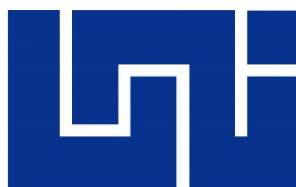


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Recinto Universitario Simón Bolívar.

Facultad de Electrotecnia y Computación



Líder en Ciencia y Tecnología

**Tesina Monográfica para Optar al Título de
Ingeniero Eléctrico.**

**Mantenimiento de Sistemas Electromecánicos
Eólicos, Vesta V-90.**

Autores:

Br. Isaías Omar Gerardo Arguello Chavarría.

Br. Juan Carlos Molina Aguirre.

Tutor:

Msc. Augusto Cesar Palacios Rodríguez.

Managua, Nicaragua

Octubre, 2015

Dedicatoria.

Hoy que logramos culminar nuestro Trabajo monográfico, dedicamos y damos gracias a Dios principalmente por haber logrado la meta que nos propusimos.

A nuestros padres quienes con su apoyo en el momento de nuestra existencia nos impulsaron a seguir adelante en nuestro proyecto.

A nuestros docentes por brindarnos los conocimientos necesarios para hacer de nosotros profesionales de alto nivel.

Con esfuerzo, valor y decisión hemos podido desarrollar y emplear los conocimientos y herramientas adquiridas durante los años de estudio de la carrera de Ingeniería Eléctrica.

Nos proponemos a ser profesionales con ética y brindar a esta sociedad y a la patria lo mejor de nuestros conocimientos siempre con eficiencia y seguridad.

Agradecimiento.

Ante todo agradecemos a Dios por darnos fortaleza que nos permito concluir este trabajo.

A nuestros padres, familiares y amigos por su apoyo incondicional y paciencia que han demostrado.

A nuestros docentes que han compartido con nosotros el conocimiento y sean esforzado para brindarnos las mejores enseñanzas.

A nuestro Tutor Msc. Augusto Cesar Palacios Rodríguez, que nos guio en el camino del aprendizaje y en la culminación de este trabajo.

A todos nuestros compañeros que empezamos juntos y los que conocimos en el transcurso de nuestra carrera, que seguramente pronto harán también la culminación de esta etapa.

ÍNDICE.

Contenido

| | |
|---|----|
| Dedicatoria. | 2 |
| Agradecimiento. | 3 |
| ÍNDICE. | 4 |
| 1 INTRODUCCIÓN. | 7 |
| 2 ANTECEDENTES. | 9 |
| 3 JUSTIFICACIÓN. | 10 |
| 4 OBJETIVOS. | 11 |
| Objetivo General. | 11 |
| Objetivos Específicos. | 11 |
| 5 MARCO TEÓRICO. | 12 |
| Mantenimiento. | 12 |
| La función del mantenimiento. | 12 |
| Clasificación del mantenimiento. | 12 |
| Mantenimiento preventivo. | 12 |
| Mantenimiento predictivo. | 12 |
| Mantenimiento correctivo. | 12 |
| Objetivos de la función de mantenimiento. | 13 |
| Como se percibe un mantenimiento deficiente. | 13 |
| Beneficios de un buen mantenimiento. | 14 |
| Como determinar que un equipo requiere mantenimiento preventivo. | 14 |
| Pasos previos a la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo. | 15 |
| 6 MARCO METODOLÓGICO. | 16 |
| Tipo de investigación. | 16 |
| Técnicas de recolección de datos. | 16 |
| 7 NORMAS DE SEGURIDAD. | 17 |
| Rutas de escape. | 18 |
| Equipo de Seguridad. | 18 |
| Equipo de Rescate de Emergencia. | 19 |
| Comunicación. | 19 |
| Operación Remota de Turbina. | 19 |
| Uso Seguro de la Escalera. | 19 |

| | |
|--|----|
| Llevar Herramientas y Materiales a la Góndola..... | 19 |
| Punto de Enganche..... | 19 |
| El trabajo en la turbina..... | 22 |
| Sistema de Bloqueo del Rotor..... | 22 |
| 8 GENERADOR Y CONVERTIDOR..... | 24 |
| Alta tensión..... | 24 |
| Situaciones de Fallo..... | 24 |
| Guardia de sobre Velocidad Vesta (VOG) | 24 |
| 9 GENERADOR..... | 26 |
| Datos Generales del Aerogenerador..... | 26 |
| Diagrama del Circuito Equivalente..... | 27 |
| Estator en Conexión Estrella..... | 29 |
| Estator en Conexión Delta..... | 29 |
| Datos Mecánicos..... | 29 |
| Nivel de Presión Sonora (dB(A))..... | 29 |
| Tipos de Rodamientos..... | 30 |
| Los Datos Nominales de los dos Cojinetes..... | 30 |
| Enfriamiento Externo..... | 30 |
| Motor de ventilador externo..... | 30 |
| Datos Nominales | 30 |
| Motor de Ventilador Interno..... | 30 |
| Datos Nominales | 30 |
| Elementos de Calentamiento..... | 31 |
| 10 MANTENIMIENTO..... | 34 |
| Lubricación de Rodamientos..... | 37 |
| Rotación de Contacto..... | 37 |
| Comprobación de los contactos giratorios..... | 38 |
| Comprobación de las Escobillas..... | 38 |
| Montaje de las Escobillas..... | 39 |
| Sustitución de las Escobillas..... | 39 |
| Comprobar y Reapretar las Conexiones..... | 40 |
| Compruebe la Superficie de los anillos Deslizantes..... | 40 |
| Compruebe y reapriete las abrazaderas actuales..... | 41 |
| La Comprobación del Ventilador Filtro de Succión para hacer Girar el Contacto..... | 41 |
| Contacto Giratorio de Calor-HYAC..... | 41 |
| Comprobación del paquete de cepillos..... | 41 |

| | |
|--|-----------|
| Comprobación del Desgaste del Cepillo..... | 42 |
| Refrigeración por agua VCS..... | 42 |
| 11 HIDRÁULICA..... | 43 |
| Comprobación del Nivel de Aceite..... | 43 |
| Cambio del Filtro de Aire en la Unidad de Potencia Hidráulica..... | 43 |
| Las Fugas en el Eje Principal..... | 43 |
| Comprobación de los Cojinetes..... | 43 |
| Gabinetes y superficies..... | 43 |
| 12 CONDICIÓN GENERAL DE LA TURBINA..... | 44 |
| Condiciones de Puesta en Marcha..... | 44 |
| Prueba de Preparación Rotor y Generador..... | 45 |
| Prueba Sinusoidal RPM..... | 45 |
| Pasó de Prueba RPM..... | 45 |
| Prueba de Generador sobre Velocidad..... | 45 |
| 12 CONCLUSIONES..... | 46 |
| 13 ANEXOS..... | 47 |
| B D..... | 51 |
| 14 BIBLIOGRAFIA..... | 57 |

1 INTRODUCCIÓN.

Nicaragua es uno de los países más viables para el desarrollo de la energía eólica en la región centroamericana, con un potencial para explorar de hasta 800 megavatios; este potencial ha despertado el interés del sector privado por invertir en el desarrollo de este tipo de proyectos.

Toda empresa exitosa requiere de un proceso productivo que se controle de forma sistemática a fin de medir su desempeño, y a su vez elevar el nivel de calidad de sus productos y/o servicios. Por ello en la presente investigación de campo se determinara la situación actual de la empresa de generación de energía eólica “La Fe-San Martin” por medio de un diseño que se adecue al mantenimiento preventivo que la misma, para analizar las posibles deficiencias presentes e incrementar la productividad aportando soluciones viables.

La empresa generadora, “La Fe-San Martin”, está dedicada a la generación de energía eólica, la misma se encuentra ubicada en el departamento de Rivas, a 117 km de la capital Managua, y en los actuales momentos está en una situación en la que requiere de asesoría técnica para evaluar y concretar un plan de mantenimiento preventivo, a fin de detectar las posibles deficiencias presentes e incrementar la productividad.

Mediante este estudio se pretende iniciar cambios significativos que conduzca al mejoramiento de la calidad de los productos ofrecidos por esta pequeña empresa en este sentido se formulan proposiciones luego de haber evaluado y analizado la situación actual con el fin de contribuir con la optimización de la misma.

Frente a la mayoría de los pronósticos realizados hace años, hoy la energía eólica no solo crece en gran forma, sino que además sea convertido en la mayor demostración de que las energías renovables pueden contribuir a transformar el modelo energético tradicional.

Cada vez que se vierte la energía de los parques eólicos en la red eléctrica, se deja de emitir CO₂ hacia la atmósfera.

Uno de los mayores desafíos del sector de generación de energía eólica, es conseguir dar mayores garantías de generación; para ello se trabaja en las mejoras planes de mantenimientos y adaptación de los parques eólicos a las crecientes exigencias de la red eléctrica.

El principal inconveniente a la hora de producir energía a partir del viento es que este no es un recurso del que se pueda disponer de forma constante.

Como el resto de energías renovables, la eólica es una fuente de electricidad “limpia”, inagotable y autóctona, lo cual representa importantes ventajas ambientales y socioeconómicas.

Desde el principio hasta el final del proceso que lleva a su obtención, producir un Kilovatio-hora con aerogeneradores tiene un impacto ambiental:

- 4 veces menor que con gas natural.
- 10 veces menor que con plantas nucleares.
- 20 veces menor que con carbón o petróleo.

A diferencia de los sistemas de generación tradicionales, la energía eólica no genera residuos peligrosos radiactivos ni vierte a la atmosfera dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) o partículas sólidas.

Un parque eólico puede generar otros impactos que, sin ser de carácter ambiental, también deben ser tenidos en consideración, estos son:

- La interferencia electromagnética en la recepción de señales de telecomunicaciones que, exceptuando en áreas de uso militar donde existen zonas donde se prohíbe expresamente la ubicación de aerogeneradores, debido a las incertidumbres ocasionadas en las pantallas de los radares de vigilancias; en los televisores se puede remediar mediante la instalación de discriminadores de frecuencias.
- La afección en la navegación aérea, ya sea por el obstáculo que representan en sí mismos los generadores o por su influencia sobre las instalaciones radioeléctricas de ayudas a la navegación.

La energía eólica no solo contribuye a la creación de un nuevo tejido industrial con una importante tasa de empleo, sino también al desarrollo de muchas zonas rurales del país.

Como se ha visto, una vez instalados los aerogeneradores, los parques eólicos tampoco suponen muchos puestos de trabajo, porque requieren de poco personal.

Aun así, los mayores beneficios dejados por un parque eólico para los municipios de Rivas no suelen contarse en número de empleos, sino directamente en la cantidad de córdobas que se reciben en conceptos de impuestos, concesión de licencias y alquiler de los terrenos donde se colocan los aerogeneradores.

2 ANTECEDENTES.

La historia moderna del aprovechamiento energético del viento puede comenzar a contarse por la construcción en 1888 en Cleveland (Ohio) de la que se piensa que fue la primera turbina eólica para la generación de electricidad, a manos del norteamericano Charles F. Bush (1849-1929).

Esta máquina tenía poco que ver con los aerogeneradores actuales, pues a pesar de tener una potencia de solo 12 KW, debían cargar con un enorme rotor de madera compuesto por 144 palas.

A partir de ahí, la historia da un salto a Dinamarca, donde las Aero turbinas irán adoptando progresivamente su apariencia moderna, gracias a la contribución de personas como Poul la Cour (1846-1908).

Otros países como EE.UU., Alemania, Francia, Rusia o Reino Unido verían nacer prototipos muy distintos a lo largo del siglo XX; no obstante, se acabaría imponiendo el concepto danés de tres palas con rotor a barlovento.

El inconveniente era que estas máquinas eran demasiado caras para permitir su implantación a gran escala y entonces fue cuando estalló la crisis del petróleo en 1973, lo que obligó a avivar el ingenio como nunca para poner a punto otras fuentes de energía alternativas.

El salto definitivo se produjo a principios de los años 80, con la instalación masiva de pequeños aerogeneradores de 55 KW de potencia en California.

La energía generada por viento crece aceleradamente en Centroamérica con la expansión de los parques eólicos existentes y nuevos parques en proceso de construcción, otros más en vías de desarrollo y mucho más en vías de investigación.

La primera planta generadora de electricidad a base de viento que se instaló en Centroamérica, fue la planta Tilarán de 20 megavatios de capacidad instalada, esto trajo consigo la implementación de nuevas plantas de generación de energía eólica en Centroamérica.

Nicaragua se encuentra la mayor parte del año bajo la influencia de los vientos alisios, provenientes de los anticiclones subtropicales de las Azores y Bermudas. Estos vientos son constantes, de poca variabilidad y tienen la particularidad de arrastrar masas de aire húmedo del mar Caribe hacia el interior de Nicaragua.

Este viento cálido y húmedo penetra por la vertiente del Atlántico hacia la vertiente del Pacífico, ejerciendo un efecto importante sobre el estado del tiempo y el clima del país.

Es por eso que se desarrollaron estudios, para la implementación de plantas generadoras de energía a base del viento. Nicaragua cuenta con 63 MW de energía eólica instalada. El parque eólico Amayo, ubicado en el departamento de Rivas, Aproximadamente a 130 Km de la Ciudad de Managua, comenzó a generar Energía en febrero de 2009; el parque está compuesto por 30 aerogeneradores de 2.1 megavatios cada uno.

El parque Eólico La fe-San Martin, cuenta con 22 torres de generación de energía eléctrica, lo cuales generan 39.6 megavatios; estas torres cuentan con motores electromecánicos marcas Vesta V-90 de 1.8 MW 60 Hz

3 JUSTIFICACIÓN.

Desde que alguien se lanza a la construcción de un parque eólico, hasta que los aerogeneradores instalados empiezan a verter energía en la red eléctrica suelen pasar más de cinco años.

Las empresas día tras día van en la búsqueda del dominio del mercado, este se obtiene ofreciendo productos o servicios con el mejor nivel de calidad; para ello es necesario analizar en forma clara y precisa el estado actual de los motores electromecánicos Vesta V-90, identificando los pequeños inconvenientes encontrados en el proceso y mantenimiento preventivo, de forma que el estudio contribuya a la mejora del sistema y realicen un excelente trabajo de generación de energía.

Los parques de energía eólica requieren grandes inversiones y el proceso puede ser muy complicado. Para facilitar el proceso de evaluación, se identifican tres factores decisivos que determinan la calidad de un generador, la producción energética, la calidad energética y los niveles de ruido.

Pasamos varios meses analizando y documentando el rendimiento de los generadores; una vez visto, el funcionamiento por largos periodos, se realizaron comprobaciones mediante pruebas que se denomina Proven Performance en inglés (Rendimiento Demostrado)

Los generadores OptiSpeed® del v90 1.8 MW, es una adaptación de los instalados en uno de los generadores de mayor éxito de Vestas, el v80, la tecnología OptiSpeed® representa un avance significativo en el rendimiento de los aerogeneradores, pues permite una variación de aproximadamente un 60% de la velocidad de giro del rotor con respecto a la velocidad nominal.

4 OBJETIVOS.

Objetivo General:

Realizar un manual para el mantenimiento de los sistemas electromecánicos, de las Vestas V-90, ubicadas en el parque eólico La Fe-San Martín, en el departamento de Rivas.

Objetivos Específicos:

1. Aplicar las técnicas de mantenimiento para diagnosticar el estado de los motores electromecánicos Vesta V-90.
2. Analizar los datos de la evaluación de los motores electromecánicos.
3. Efectuar un plan de mantenimiento para los motores electromecánicos Vesta V-90.
4. Desarrollar y Aplicar las normas, parámetros como la confiabilidad y mantenibilidad para detectar las fallas a tiempo en los motores electromecánicos Vesta V-90.

5 MARCO TEÓRICO.

Mantenimiento.

Un conjunto de actividades planificadas o imprevistas con la cual se consigue que un equipo o instalación sea restaurada a su operación.

La función del mantenimiento.

La función de mantenimiento es una función técnica y un servicio que se presta a la función producción, independientemente de lo que se produce sean productos o servicios

El mantenimiento está considerado como un órgano funcional y técnico, cuyo encuadre depende del menor o mayor alcance de las funciones que le sean asignadas según la política de mantenimiento de la empresa. El mantenimiento ha de tener una visión a corto mediano y largo plazo.

Clasificación del mantenimiento.

a) Desde el punto de vista filosófico se clasifica en:

Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento correctivo.

b) Desde el punto de vista de su ejecución se clasifica en:

Mantenimiento preventivo.

Mantenimiento predictivo.

Mantenimiento correctivo.

Mantenimiento preventivo.

Acciones de mantenimiento programadas y ejecutadas de manera que no se afecte la producción de forma imprevista.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

Es un mantenimiento preventivo si se realiza antes de aparecer la falla en los equipos, este tiene una programación estipulada dependiendo de las horas de uso del equipo. Sus actividades básicas son: limpieza, lubricación y ajustes.

Mantenimiento predictivo.

Acciones de mantenimiento programadas de acuerdo a las evaluaciones de la condición de operación de los equipos cuyo seguimiento se realiza por medio de la utilización de instrumentos especiales y su ejecución de manera de afectar la producción de forma imprevista.

Mantenimiento correctivo.

Acciones de mantenimiento planificada para después de haber ocurrido una falla, devolver al equipo su condición normal de funcionamiento. Se afecta la producción debido a la ocurrencia de la falla.

Objetivos de la función de mantenimiento.

Asegurar las condiciones de utilización de los equipos para el momento en que se necesite.

Contribuir a los logros en la calidad del producto, a la buena y correcta operación de los equipos.

Contribuir con el retorno óptimo del capital invertido en el equipo durante su funcionamiento.

Contribuir con la seguridad del usuario y del mantenedor así como la protección al medio ambiente.

Como se percibe un mantenimiento deficiente.

Un mantenimiento deficiente tiene una o más de las siguientes características:

- a) Frecuentes paros de generación, originada por fallas repetitivas o irreparables de los equipos de producción o por estar los equipos de respaldo inservibles o fuera de servicio.
- b) Alto número de accidentes ocasionados por descuidos operacionales, reparaciones mal ejecutadas o roturas de partes por suciedad, aceite derramado, corrosión entre otros.
- c) Desgaste acelerado de los equipos por deficiencia en la lubricación o en el mantenimiento preventivo básico lo que reduce la vida útil de los mismos.
- d) Altos costos de reparación o reemplazo de equipos originado por la ejecución de labores de mantenimiento imprevisto, debido a emergencias o por compras compulsivas de repuestos y partes.
- e) Elevado número de trabajos a causa de la baja calidad de las reparaciones por defectos en las partes o repuestos o por la poca pericia técnica de los trabajadores.
- f) Utilización de herramientas inadecuadas, por inexistencia de las adecuadas o por estar estas últimas dañadas o extraviadas. Manejo inexperto e inseguro de las herramientas.
- g) Desconocimiento de las características, recomendaciones del fabricante e historia de los equipos, máquinas y herramientas por no tener un inventario y una historia ordenada de los mismos.
- h) Inexistencia o incumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo, por carencia de una programación o por falta de una interacción efectiva entre el personal de mantenimiento y el de producción u operaciones y el de los servicios de apoyo.
- i) Poca pericia técnica del personal debido a deficiencia o inexistencia de programas de adiestramiento del personal artesanal, técnico y supervisor o una selección inadecuada de dicho personal.
- j) Baja productividad, disciplina y entusiasmo del personal de mantenimiento por sentirse relegado y poco apoyado.
- k) Aspecto sucio y deteriorado de las instalaciones, acompañado generalmente por algún tipo de contaminación ambiental.
- l) Un mantenimiento deficiente tiene un elevado número de actividades correctivas y de emergencia y trae como consecuencia, menor confiabilidad y vida útil de los equipos, mayores costos de mantenimiento, menores índices de seguridad, menor desempeño del personal y en general menor productividad.

Beneficios de un buen mantenimiento.

Un mantenimiento bien aplicado tiene altos costos, pero genera buenos beneficios:

- a) Cumplimiento y mejoramiento de las metas de generación garantizada por una mayor disponibilidad operacional de los equipos.
- b) Reducción importante de las fallas de los equipos y de los costos involucrados por disminución de los trabajos de emergencia o de los accidentes o incidentes ocasionados por fallas mayores de los equipos.
- c) Menor desperdicio de tiempo, de materiales y mayor calidad de los trabajos de mantenimiento, lo que genera menores costos anuales y mayores ahorros de divisas, si los repuestos son importados.
- d) Reducción de accidentes y de riesgos para el personal y para el funcionamiento de los motores Vesta.
- e) Extensión de la vida útil y menores gastos de reemplazo de los equipos.
- f) Personal mejor entrenado, con mayor capacidad técnica, más ordenado lo que traduce en un ambiente de trabajo más limpio y seguro.
- g) Mayor disponibilidad de herramientas adecuadas por ser seleccionadas por manos técnicas y estar mejor cuidadas. Además de que serán manejadas de manera experta y segura, conservadas más responsablemente por los trabajadores.
- h) Personal más satisfecho y de mayor productividad.
- i) Productos industriales de mejor calidad a un menor costo.

Como determinar que un equipo requiere mantenimiento preventivo.

Debemos saber que no resulta económicamente conveniente que todos los equipos sean sometidos a un plan de mantenimiento preventivo.

Que básicamente se debe a que existen algunos equipos en que esto resultaría sumamente costoso. A estos equipos es mejor someterlos a un seguimiento o mantenimiento periódico y en peor de los casos considerables a un plan de mantenimiento correctivo pero es necesario considerar y tomar en cuenta la siguiente información:

- Uso y tipo de equipo.
- Importancia dentro de la producción.
- Importancia de la calidad del producto final.
- Tamaño y complejidad del equipo (posibilidad de contratar el mantenimiento).
- Costo del equipo vs. costo del mantenimiento.
- Costo de reemplazo vs. costo de mantenimiento.
- Recursos humanos y económicos.

Pasos previos a la elaboración de un programa de mantenimiento preventivo.

Para asegurar éxito inicial en instrumentación de un programa de mantenimiento preventivo es necesario que se adelanten algunos trabajos técnicos-administrativos

¿Cuáles son los equipos a mantener?

¿En qué estado se encuentran?

¿Qué tareas de mantenimiento hay que realizar?

Pasos a seguir:

a) Crear y mantener un inventario técnico.

b) Verificar el estado de funcionamiento de los bienes a mantener y poner al día los equipos, en caso necesario, en instrumentar rutinas y frecuencias.

c) Basarse en lo posible, en los manuales que traen los equipos en las recomendaciones de mantenimiento o, en su defecto, utilizar los servicios de personal con experiencia para elaborar los manuales, formatos o lista de revisión periódica a utilizar en la verificación y control tanto de un equipo en particular como de los sistemas. Dichos deben responder lo siguiente:

¿Qué hacer? -Identificar la tarea.

¿Cómo hacerlo? -El procedimiento a seguir.

¿Cuándo hacerlo? -La frecuencia que se debe aplicar.

¿En que tiempo? -Tiempo estándar o rendimiento esperado.

¿Con que? -Herramientas a utilizar.

¿Quién? -Calificación y cantidad de personal.

d) Controlar y hacer seguimiento a aspectos como:

- Costos y reparaciones de emergencia.
- Tiempo improductivo por fallas.
- Desperdicio de materia prima.
- Modificaciones ejecutadas a los equipos o sistemas.
- Seguridad del personal involucrado.
- Costo de la mano de obra indirecta.

e) Distribuir el trabajo a realizar en periodos anuales, luego ir detallando las tareas en periodos más cortos: Trimestrales, mensuales, semanales y diarios.

f) Hacer estricto seguimiento al programa para lograr su continuidad. Esto deberá ser responsabilidad del más alto nivel de la organización.

6 MARCO METODOLÓGICO

Tipo de investigación

El presente trabajo, es una investigación de campo de tipo descriptiva, por ser flexible permite sujetarse a esquemas de razonamiento lógico, es decir permite hacer análisis sistemático de un problema, con el propósito de describir, explicar sus causas y efectos, entender su naturaleza y factores constituyentes o predecir su ocurrencia. Los datos de interés son recogidos en forma directa por el propio investigador.

Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de información se utilizaran las técnicas:

1. Observaciones directas.
2. Entrevistas no estructuradas o libre.

Se observó el funcionamiento de los sistemas electromecánicos eólicos, Vesta V-90 y todo el proceso de funcionamiento del mismo. Otra de las técnicas de recolección de información a utilizar para esta investigación es la entrevista no estructurada.

La entrevista no estructurada o libre es aquella en la que se trabaja con preguntas abiertas, sin un orden preestablecido, adquiriendo características de conversación. Esta técnica consiste en realizar preguntas de acuerdo a las respuestas que vayan surgiendo durante la entrevista.

Así, a diferencia de la entrevista estructurada, en este tipo de reunión el entrevistador solo tiene una idea aproximada de lo que se va a preguntar y va improvisando las cuestiones dependiendo del tipo y las características de las respuestas. Además, el énfasis se pone más en el análisis de las impresiones que en el de los hechos.

7 NORMAS DE SEGURIDAD.

Una turbina conectada a la red implica diversos elementos de peligro si se manipula sin ejercer la debida precaución; el trabajo en la turbina se debe de llevar a cabo de acuerdo con este manual que elaboraremos, esto implica que todo el personal debe recibir instrucciones y familiarizarse con las partes pertinentes de este manual.

Atención especial debe ejercerse en situaciones donde la medición y el trabajo que se hace en cajas de conexiones que se puedan conectar al poder, en consecuencia, las siguientes disposiciones de seguridad deben leerse y entenderse antes de entrar en la turbina.

Antes de entrar en la turbina las condiciones climáticas deben evaluarse y observando lo siguiente:

- No entrar en la turbina en las tormentas eléctricas con riesgos de rayos.
- Ser cautelosos al poner en marcha la turbina en caso de que allá hielo en cualquier superficie de la turbina.
- Tenga mucho cuidado si hay hielo en las palas ya que existe un riesgo de caída de copos de hielo.
- Advierta a todo el personal en las proximidades de la turbina antes de la puesta en marcha de la turbina.
- No se deben quedar en un radio de 400 mts. (1300 pies) de la turbina a menos que sea necesario.
- Si se necesita una inspección de una turbina en funcionamiento, no se quedan bajo el plano del rotor, sino observar el rotor de la dirección del viento.
- La puerta de acceso a la turbina debe ser cerrada con el fin de evitar que personas no autorizadas puedan entrar en la turbina.

En el interior:

Por razones de seguridad, por lo menos dos personas tienen que estar presentes durante un procedimiento de trabajo; note lo siguiente:

- Dirección y número de teléfono para la turbina.
- Número de teléfono para el servicio de emergencia local.
- Llevar siempre una linterna en caso de fallo de alimentación.

Existen tres botones de parada de emergencia:

La turbina tiene cuatro pulsadores de parada de emergencia que se encuentran en (véase la Figura 1-1).

- Con controlador (en la parte inferior de la turbina).
- Controlador Top.
- Alojamiento de Cojinete Principal.
- Anillo de Guiña.

Los botones de parada de emergencia de empuje son rojos sobre fondo amarillo.

Parada de Emergencia: se activa pulsando el botón rojo, cuando se activa el botón de parada de emergencia:

- Las palas giraran (completo Flecos) y se aplicó el freno. Así la turbina se detendrá.
- El sistema de orientación, la bomba hidráulica, la bomba de aceite del engranaje y el ventilador de la góndola se detendrán.

Consecuentemente, todas las piezas móviles serán llevados a un punto muerto, sin embargo, la fuente de alimentación para la luz y la góndola, cubo y controladores aún siguen encendidos.

NOTA: el sistema hidráulico está aún bajo presión, debido a los acumuladores; hasta 6 litros de aceite caliente puede derramar, si el sistema hidráulico se interviene.

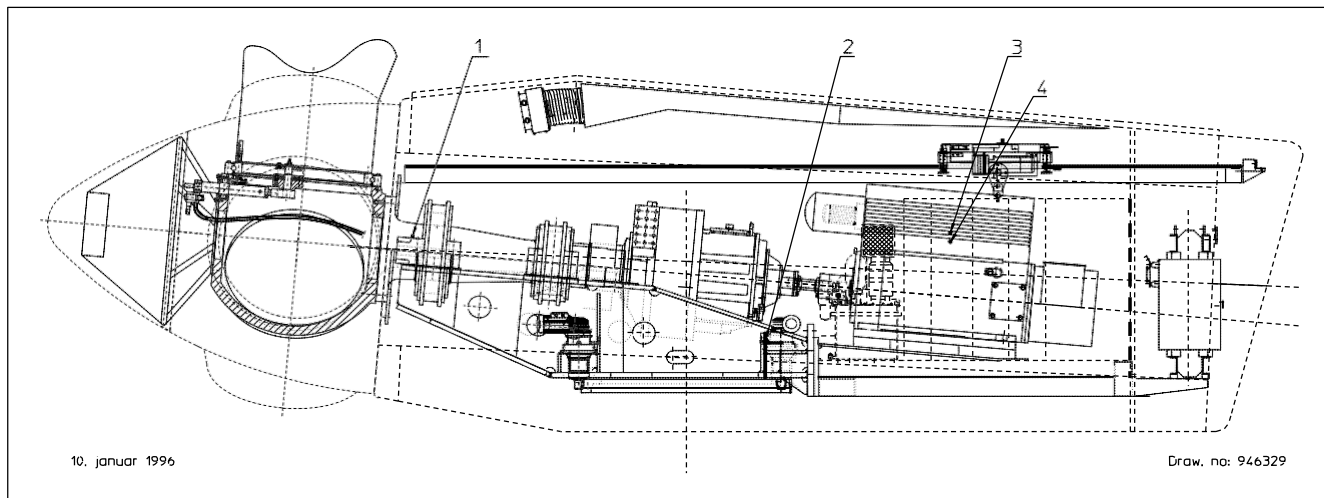


Figura 1-1 Ubicación de los botones de emergencia

1 Caja de Cojinete principal.

2 Anillo de guiña.

3 Top Controlador F60.

4 Con Controlador de viaje F60.

El F60 de viaje se encuentra en la parte superior del controlador, F60 desconecta la alimentación de alta tensión para la turbina. Cuando se desconecta, no hay suministro a la turbina; por lo general, la central local debe participar cuando la turbina está conectada a la red; F60 viaje desconecta la alimentación de alta tensión para la turbina, cuando se desconecta, solo el sistema de control en la turbina se suministra desde el UPS (para aproximadamente 6 horas).

Rutas de escape.

La turbina tiene 4 rutas de escape que son las siguientes:

Torre:

- La puerta de la torre en la parte inferior de la torre.
- Góndola en la torre de la parte superior.

Góndola:

- Torre.
- Escotilla de servicio en la parte posterior de la góndola (adjuntar dispositivo de descenso de emergencia a las vigas transversales grúa).
- Techo de góndola (adjuntar dispositivo de descenso de emergencia de barras de techo)

Equipo de Seguridad.

1. Casco de seguridad.
2. Arnés de cuerpo entero.

3. Elementos de amarres
 - Una línea con absorbedor de energía.
 - Una línea con un dispositivo de acortamiento.
4. Descargador caídas.
5. Protección y calzado antideslizante (correctamente fijados a los pies).

Al subir a la torre, sujetar el dispositivo de protección contra caídas (absorbedor de energía) directamente a los anillos en el arnés de cuerpo entero. El ascensor de servicio se instala en la turbina, lleve consigo el equipo de seguridad en el mismo.

Equipo de Rescate de Emergencia.

En caso de incendio u otros acontecimientos imprevistos bloquea el descenso a través de la torre, un dispositivo de rescate y descenso se puede encontrar en la góndola en una caja de aluminio detrás del generador.

Comunicación.

Equipado con una radio de 2 vías para la comunicación entre el técnico en góndola y sobre el terreno, revise que las baterías estén completamente cargadas.

Operación Remota de Turbina.

Al tener que trabajar en la turbina, asegúrese de que la posibilidad de que la operación remota de la turbina no está presente; esto se hace por medio de un interruptor en el controlador de tierra.

Uso Seguro de la Escalera.

Solo una persona se permite en un tramo de la escalera; nunca conecte la protección contra caídas para los pasos en la escalera. Solo utilizar los soportes de escalera que se sueldan a la torre. Asegúrese siempre de que nadie está por encima de usted a menos que usted este protegido contra la caída de objetos por una escotilla cerrada.

Llevar Herramientas y Materiales a la Góndola.

Hay tres maneras de llevar las herramientas hasta la góndola:

- Llevado por persona en la escalera, se debe asegurar que no hay riesgo de caída de herramienta; mejor para llevar herramientas en un pequeño fuerte saco, de vuelta.
- Transportado por persona en ascensor de servicio; asegúrese de llevar el equipo de seguridad personal en caso de fallo en el ascensor de servicio.
- Izada con gúa interna.

Punto de Enganche.

Los puntos de enganche dentro y fuera de la góndola se muestran a continuación:

- Conexión en el ojo de elevación en el generador.



Figura 1-2

- Punto cercano a la escotilla inferior conexión.



Figura 1-3

- Para indicar un punto de enganche, la parte interior de los dos ojos de elevación colocado en la parte posterior es de color amarillo.



Figura 1-4

- Punto cercano a la escotilla inferior conexión.

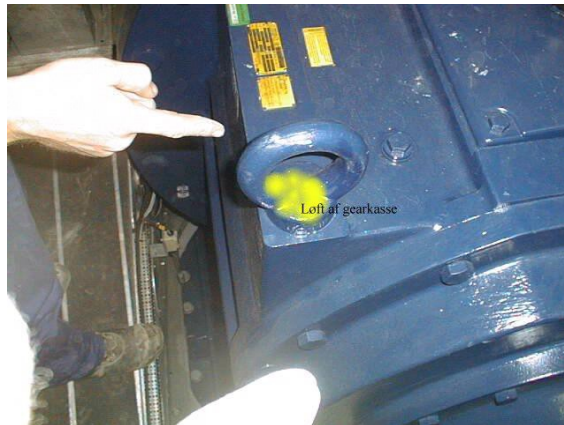


Figura 1- 5

- Levantando los ojos en caja de cambio.



Figura 1- 6

- Conexión de los ojos a la parte posterior del engranaje están marcados con amarillo.



Figura 1-7

- Puntos de enganche en la barandilla de la azotea.



Figura 1- 8

- Puntos de enganche en la barandilla de la azotea.

El trabajo en la turbina.

Antes de cualquier trabajo que se pueda realizar en la turbina, el control remoto debe ser desactivado, para desactivar el control remoto:

1. Encienda la tecla del panel de funcionamiento “local”.
2. Si no hay una clave en el panel de control, Utilice [.:] para alternar entre comandos remotos activos/inactivos, en cuadro 7.
3. Además de esto, desmontar la conexión telefónica o la conexión en el módulo de comunicación; si es necesario si es necesario utilice la imagen para obtener una visión general.
4. Recuerde activar el mando a distancia cuando el trabajo en la turbina se ha completado.

Sistema de Bloqueo del Rotor.

El sistema de bloqueo del rotor no debe utilizarse mientras el rotor está girando.

1. Establecer la turbina en modo Pausa y activar el botón de parada de emergencia empuje para activar el freno.
2. Asegúrese de que las tres cuchillas se lanzó a próximamente en 87°.
3. Ajustes los orificios del sistema de bloqueo a la altura de los mandriles del sistema de bloqueo por maniobras el freno por medio de la imagen de servicio, freno abierto/aplicado.
4. En la posición correcta establezca la palanca en posición “+” y la bomba los mandriles del sistema de bloqueo a cabo, observar el lado derecho durante el bombeo.

El bloqueo se lleva a cabo con la bomba hidráulica manual situada en la carcasa del cojinete principal delantero; el asa está bloqueada cuando se encuentra a 45°. Cuando el bloqueo, ajusta el mango en la posición “+” (el mango perpendicular al eje principal). Cuando el desbloqueo, ajuste la palanca en posición “-” y la bomba en los mandriles del sistema de bloqueo.

Cuando los mandriles son plenamente 0, ajuste la palanca en posición de “bloqueo”, vea la figura 1-9, resetea manejar en posición de bloqueo después de su uso.

Sistema de bloqueo
Del rotor

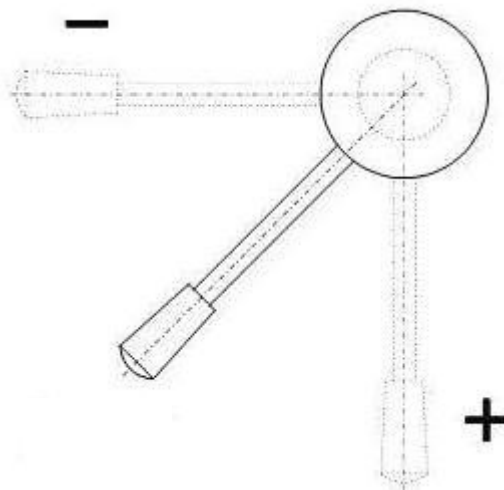


Figura 1-9

Piezas Eléctricas.

Tendrán absceso solo personal capacitado y autorizado, solo especialistas deben trabajar en el sistema eléctrico.

Controlador.

Después de trabajar en las partes eléctricas del controlador, desconecte el controlador con el disyuntor Q15 y Q16 que son auxiliares reguladores de suministro y bloquear tanto por medio de candados.

8 GENERADOR Y CONVERTIDOR.

Una vez terminado el trabajo en las terminales del generador o el sistema de convertidor, desconectar el generador del disyuntor generador Q8 y Convertidor Q7 y bloquear tanto por medio de candados.

Alta tensión.

Solo personal autorizado especiales deben trabajar con sistemas de alta tensión, tenga cuidado con los cordones que cuelgan sueltos del arnés de cuerpo.

Se deberá trabajar con los horarios establecidos, cuando se trabaja en las instalaciones de alta tensión y el permiso del operador de la red debe ser concedido.

Hay algunas restricciones en cuanto al picheo de las palas mientras el rotor está bloqueado, el par de rotor alcanza valores elevados especialmente cuando pasa un ángulo de inclinación de 15°-70° (área crítica).

A velocidades de viento medidas inferiores a 15 m/s correspondiente a un máximo de velocidad del viento de 18 m/s, las cuchillas se pueden lanzar sin restricciones. A velocidades de viento entre 12 a 20 m/s correspondientes a un máximo de velocidad del viento de 24 m/s, una cuchilla puede ser lanzada (permite pasar área crítica) si las otras dos cuchillas se mantienen en una posición de 87°.

Cada hoja individual puede ser asegurada (bloqueado) gire en cuatro posiciones diferentes, ángulos de punta (0°, 29°, 58° o 87°), aseguran la cuchilla al lanzar en posición elegida para que la hoja M30, perno de bloqueo puede ser completamente atornillado en la ranura mecanizada en el centro de la hoja.

Apriete el perno M30 de bloqueo de la hoja (500 Nm) y la contratuerca (400 Nm); suelte la hoja (desenroscar el tornillo de fijación de la cuchilla y contratuerca) antes de operar el sistema de paso.

Como regla general, las puertas, escotillas y cubiertas deberán mantenerse cerrados y asegurados, si hay una necesidad de mantenerlos abiertos/ apagados, asegúrese correctamente.

Para hacer funcionar la grúa interna y antes de abrir la tapa del piso góndola y la escotilla inferior, el gancho en el punto de anclaje con al menos una cuerda de seguridad; cuando la grúa está en funcionamiento, nunca sostenga la cadena, ya que el gancho se pone muy cerca de la brida inferior de la grúa, el puente grúa y la travesía de la gua deben fijarse durante la operación. La para de emergencia de la grua solo funciona para la grua.

Situaciones de Fallo.

Rejilla gota de salida; una rejilla de abandono provoca una parada de emergencia; ver tres botones de parada de emergencia.

En las turbinas equipadas con UPS, la luz está en pie por un periodo limitado (10 Minutos), los controladores están energizados.

Guardia de sobre Velocidad Vesta (VOG)

Si la rotación de la turbina excede sus límites, el guardia de sobre velocidad (VOG) se activa, y la turbina entrara en modo de parada de emergencia, el estado de fallo no se puede restablecer hasta que el VOG se ha desactivado.

En caso de una turbina desbocada que no puede ser controlada, abandonar la turbina de inmediato y asegúrese de que todo el personal se lleva toda la gama de piezas que caen desde la turbina, alertar a las autoridades competentes (policía, unidades de rescate, etc.).

En periodos largos de estambay de la turbina, si esta no funciona por más de dos días, por ejemplo, debido a una rejilla deserción o reparaciones mayores cada hoja debe estar bloqueado en una posición aproximadamente de 87° por medio de tornillos de fijación hoja M30.

Si las cuchillas se bloquean, deben ser inspeccionadas cada dos semanas, durante la inspección, activar el sistema de bloqueo de rotor; el sistema de bloqueo de rotor no debe ser activado entre las inspecciones.

En caso de incendio en o cerca de una turbina, la turbina debe estar desconectada en el interruptor principal de alta tensión del circuito:

- En la góndola desconexión pulsando el botón rojo (F60 TRIP) en el controlador de la góndola.
- En la parte inferior de la torre, desconexión pulsando el botón rojo situado en el interruptor en la sección de alta tensión.

Si es posible llegar a la llave general de batería, póngase en contacto con la central para la desconexión de la red eléctrica; en caso de un incendio durante una operación no controlada, bajo ninguna circunstancia ir cerca de la turbina, evacue y póngase afuera en un radio de 400 mts mínimos (1,300 pies) de la turbina.

En caso de incendio en una turbina de no funcionamiento, el fuego se puede controlar por medio de un extintor de polvo, recuerde utilizar un extintor de CO² en una habitación cerrada con precaución, nunca utilice agua para apagar el fuego.

Los lubricantes utilizados en las turbinas de viento pueden ser agresivos, use guantes y ropa a prueba de aceite para evitar contacto con la piel, en la inspección de la caja de cambios, cuando el aceite está caliente, tenga cuidado de no inhalar los vapores de aceite caliente cuando se quita la tapa.

La puesta en marcha de la turbina solo se permite si se conoce la razón de la parada, todos los requisitos fundamentales de la puesta en marcha, como para la conexión a distancia de todos los disyuntores, tiene que aplicarse a:

- Antes de cada puesta en marcha se debe comprobar que nadie está por debajo o alrededor de la turbina, esto es extremadamente importante, especialmente cuando hay riesgo de hielo en las palas

9 GENERADOR.

El generador asíncrono es uno de los principales componentes de la turbina, se convierte la energía mecánica de la caja de cambios en energía eléctrica, el generador está conectado a la red, que transfiere la energía eléctrica para el consumidor.

La frecuencia de la red de suministro es o bien 50 o 60 Hz (V90 solamente 50Hz); la velocidad de rotación del generador depende de la frecuencia y controlador de sistema (VRCC→ 10% de deslizamiento). Por lo tanto, la caja de cambios tiene diferentes relaciones de transmisión en 50 Hz y 60 Hz para obtener la misma velocidad del rotor.

La correlación entre la frecuencia, la relación de transmisión y la velocidad de rotación es:

| Tipo de Turbina | Rejilla Frecuencia (Hz) | Relación de Transmisión | Velocidad Nominal del Generador (RPM) | Velocidad del Rotor (RPM) | Velocidad del Rotor (m/s) |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| V66 | 50 | 78.8:1 | 1560 | 19.8 | 70 |
| V66 | 60 | 95.1:1 | 1872 | 19.8 | 70 |
| V80 | 50 | 100.5:1 | 1680 | 16.7 | 70 |
| V80 | 60 | 120.6:1 | 1872 | 15.5 | 70 |
| V80 | 60 | 111:1 | 1872 | 16.8 | 70 |
| V80 Offshore | 50 | 92.4:1 | 1680 | 18.1 | 76 |
| V90 | 50 | 113.1:1 | 1680 | 14.85 | 70 |

Datos Generales del Aerogenerador.

El aerogenerador es un Vesta A/S 21 Dk-800 Randers
Tipo de generador trifásico asincrónico con rotor bobinado.

Grado de Protección: IP54

Sistema de refrigeración: Aire para enfriador de aire (IC 666) clases de aislamiento (estator/rotor): H/H

Numero de polos: 4.

Datos Eléctricos

Corto Circuito del Rotor.

Conexión (estator): Delta

Tensión Nominal: 690 V

Frecuencia Nominal: 50 Hz

Torques:

Par de Arranque (TS): 10 KNm

Divida par (Tmax)

Generador: 39, KNm

Motor: 37m KNm

Resbalón en Tmax (generador): 4%

Consumo de Potencia Activa: 15Kw

Potencia Reactiva Consumida: 496 KVAR

Perdida de Rotación: 1.7 KW

Perdidas Eléctricas: 13.2 KW

Corriente del Estator: 415 A

Factor de Potencia: 0.03

Curva de Magnetización:

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Voltaje (V) | 0 | 69 | 138 | 207 | 276 | 345 | 414 | 483 | 552 | 621 | 690 | 759 | 828 |
| Corriente (A) | 0 | 23 | 47 | 70 | 93 | 117 | 140 | 170 | 210 | 275 | 415 | 650 | 930 |

Rotor Bloqueado

Corriente del Estator: 11 KA

Factor de Potencia: 0.16

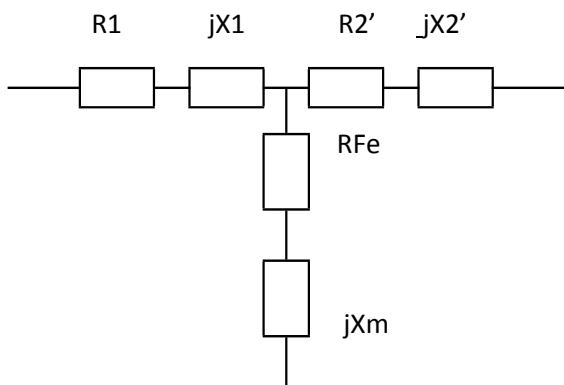
Tensión de rotor bloqueado con rotor abierto en terminales (fase-fase): 1.820 V

Diagrama del Circuito Equivalente.

Los datos equivalentes son válidos teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Valores al lado del estator.
- Valores transformados de conexión del estator delta a una conexión en estrella equivalente.
- Temperatura promedio a la carga nominal, la temperatura promedio de arrollamiento (R) y una temperatura ambiente de 20ª C.
- Tensión y frecuencia nominal.
- Valido para velocidades alrededor de la velocidad del sincronismo.
- Las pérdidas de rotación no están incluidos en la resistencia de pérdidas de hierro.

| | Deslizamiento Nominal | Deslizamiento =1 (100%) |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Resistencia de Estator | $R_1=0,001164\Omega$ | $R_1 = 0,017\Omega$ |
| Estator Reactancia de Fuga | $X_1 = 0,022\Omega$ | $X_1 = 0,017\Omega$ |
| Resistencia a la perdida de Hierro | $R_{Fe} = 0,024174\Omega$ | $R_{Fe} = 0,024174$ |
| Reactancia Magnetizante | $X_m = 0,940964\Omega$ | $X_m = 0,940964\Omega$ |
| Rotor Reactancia de Fuga | $X'_2 = 0,0237\Omega$ | $X'_2 = 0,019164\Omega$ |
| Resistencia de Rotor | $R'_2 = 0,001309\Omega$ | $R'_2 = 0,004505\Omega$ |
| Voltaje | $U = 398 \text{ V}$ | $U = 368 \text{ V}$ |
| Frecuencia | $f = 50 \text{ Hz}$ | $f = 50 \text{ Hz}$ |



Rotor Conectado a la Unidad Anillo Colector y Vestas Flux Controlado Convertidor (VCS).

VCS significa Vesta Sistema Convertidor, es posible con la ayuda de los VCS para ejecutar la turbina a una RPM variable, el generador esta acoplado a la red con el estator y el rotor se suministra desde un convertidor a través de anillos de deslizamiento.

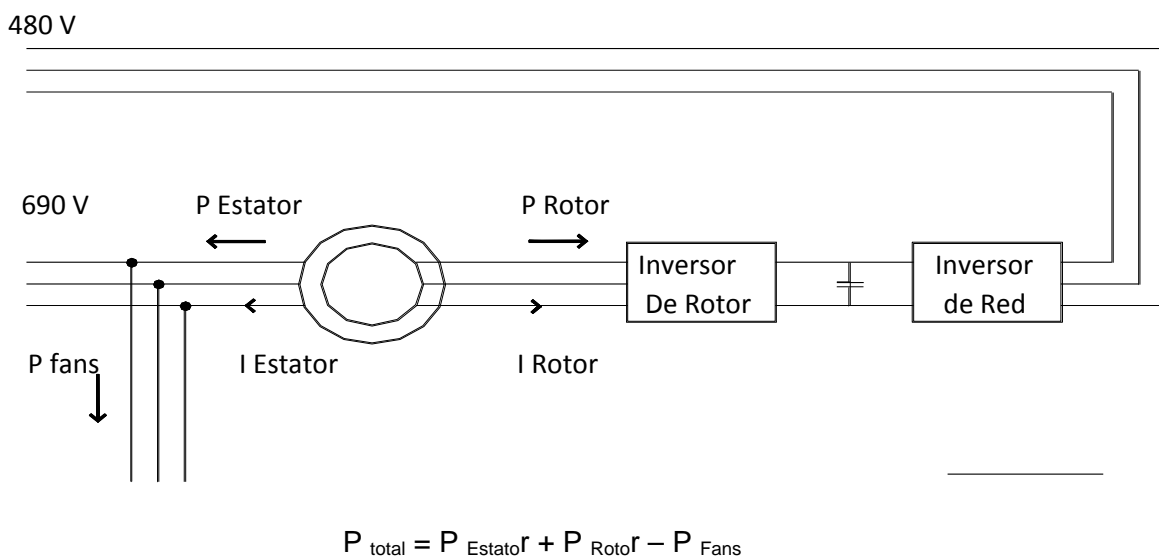


Figura 3.1

Los datos Calculados.

Los datos se Basan en el diagrama equivalente y las condiciones siguientes:

- Conexión de Devanado (estator/rotor): Estrella-Delta/ Estrella
- Tensión Nominal del Estator: 690 V Estrella (Carga Baja)/ 690 V Delta (Carga Alta).
- Frecuencia Nominal del Estator: 50 Hz
- Factor de Potencia con Inversor de red: 1

Estator en Conexión Estrella.

| Potencia Total de Salida KW (P _{Total}) | Velocidad Rotacional (rpm) | Potencia De Estator KW (P _{Estator}) | Potencia De Rotor KW (P _{Rotor}) | Corriente De estator (A) | Corriente De Rotor (A) | Perdidas Internas del Generador (KW) | Potencia de Consumo de los Ventiladores (KW) | Eficiencia Del Generador (%) | Perdidas en VCS y Anillos Colectores (KW) | Eficiencia Total (%) |
|---|----------------------------|--|--|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------|---|----------------------|
| 0 | 850 | 4.9 | -2.1 | 4.1 | 57 | 6.3 | 2.8 | No def. | 2.9 | Nodef. |
| 200 | 1120 | 271.6 | -68.8 | 227.3 | 166 | 8.7 | 2.8 | 94.56 | 5.0 | 92.38 |
| 400 | 1410 | 428.5 | -25.7 | 358.6 | 251.5 | 11.8 | 2.8 | 96.48 | 5.4 | 95.24 |
| 600 | 1620 | 558.1 | 44.7 | 467.0 | 327.5 | 15.2 | 2.8 | 97.08 | 7.0 | 95.99 |
| 800 | 1680 | 731.2 | 87.7 | 611.8 | 430.5 | 20.1 | 18.9 | 95.36 | 8.5 | 94.40 |
| 1000 | 1680 | 909.7 | 109.2 | 761.2 | 544.5 | 26.2 | 18.9 | 95.68 | 11.5 | 94.64 |

Estator en Conexión Delta.

| Potencia Total de Salida KW (P _{Total}) | Velocidad Rotacional (rpm) | Potencia De Estator KW (P _{Estator}) | Potencia De Rotor KW (P _{Rotor}) | Corriente De estator (A) | Corriente De Rotor (A) | Perdidas Internas del Generador (KW) | Potencia de Consumo de los Ventiladores (KW) | Eficiencia Del Generador (%) | Perdidas en VCS y Anillos Colectores (KW) | Eficiencia Total (%) |
|---|----------------------------|--|--|--------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|------------------------------|---|----------------------|
| 0 | 1100 | 3.8 | -1.0 | 3.2 | 157 | 14.6 | 2.8 | No def. | 3.8 | No def |
| 500 | 1520 | 496.2 | 6.6 | 415.2 | 236.5 | 18.8 | 2.8 | 95.85 | 5.6 | 94.83 |
| 1000 | 1680 | 895.4 | 107.4 | 749.2 | 344.7 | 24.7 | 2.8 | 97.32 | 8.9 | 96.49 |
| 1250 | 1680 | 1132.9 | 136.0 | 948.0 | 415.5 | 28.7 | 18.9 | 96.33 | 10.1 | 95.59 |
| 1500 | 1680 | 1356.2 | 162.7 | 1134.8 | 484.5 | 33.0 | 18.9 | 96.66 | 10.9 | 95.98 |
| 2020 | 1680 | 1820.4 | 218.5 | 1523.2 | 635 | 43.8 | 18.9 | 96.99 | 13.8 | 96.35 |

Datos Mecánicos.

Pesos:

Estator (Incl. Carcaza): 3.900 Kg

Rotor: 2.050 Kg

Refrigeración Externa: 850 Kg

Total: 6.800 Kg

Momento de Inercia: 65 Kgm²

Aumento de Temperatura en el total de potencia de salida = 1.8 MW

Conexión delta, Velocidad = 1680 rpm, el factor de potencia total = 1, tensión nominal, temperatura ambiente del generador = 40° C

| Ubicación | Aumento de la Temperatura |
|------------------------|---------------------------|
| Teniendo Extremo D | 35 |
| Teniendo N Final | 28 |
| Estator Punto Caliente | 99 |
| Rotor Punto Caliente | 115 |

Nivel de Presión Sonora (dB(A)).

Sin carga y ventilación a baja velocidad: 80 dB(A)

Sin carga y ventilación a alta velocidad: 90 dB (A)

Rotación y vibración limitación admisible

Sobre velocidad (2 min.): 2450 rpm

Nivel de Vibración: ≤ 1.8 mm/s

Tipos de Rodamientos.

D-end: 6330M C3

N-end: 6330M C3

Los Datos Nominales de los dos Cojinetes.

Nivel de Aislamiento: 1000 V DC

Descentramiento radial, el anillo interior: 15 μ m

Salto Axial, anillo interior: 10 μ m

Numero der artículo Vesta: 107085

Enfriamiento Externo.

Motor de ventilador externo.

Numero de motores: 1

Tipo de Motor: Motor de dos velocidades con arrollamientos separados Leroy Somer-3 -LS132M.

Datos Nominales.

Numero de polos: 2/4

Voltaje: 690V

Velocidad: 2960/1485 rpm

Potencia Mecánica: 6.1/0.5 KW

Corriente: 8.4/3.3 A

Factor de Potencia: 0.82/0.52

El flujo de aire del ventilador externo (baja velocidad): 1.32 m³/s

El flujo de aire del ventilador externo (alta velocidad): 2.6 m³/s

Motor de Ventilador Interno.

Número de Motores: 2

Tipo de Motor: Motor de dos velocidades con arrollamientos separados Leroy Somer-3 -LS132M.

Datos Nominales.

Números de Polos. 2/4

Voltaje: 690 V

Velocidad: 2960 / 1485 rpm

Potencia Mecánica: 6.1 / 0.5 KW

Corriente: 8.4 / 3.3 A

Factor de Potencia: 0.82 / 0.52

Elementos de Calentamiento.

Cinta calefactora de silicona.

Datos.

Potencia: 4 x 150 W

Voltaje: 230 V

Corriente: 4 x 0.65 A

Factor de Potencia: 1

El eje principal transmite la potencia al generador a través de la caja de cambios, la caja de cambios es una caja de cambios planetaria y helicoidal combinado., desde la caja de cambios la potencia se transmite a través de un acoplamiento compuesto libre de mantenimiento al generador.

A altas velocidades del viento, la OptiSpeed™ y la regulación de paso mantiene el poder nominal, independientemente de la temperatura del aire y la densidad; a velocidades de viento bajas, el sistema OptiTip® y la OptiSpeed™ optimizan la potencia de salida seleccionando el ángulo óptimo de RPM.

Todas las funciones del aerogenerador son monitoreadas y controladas por un controlador basado en microprocesador, el controlador VMP (Vesta Multi Controlador Procesador); este sistema de control y el transformador se encuentran en la góndola.

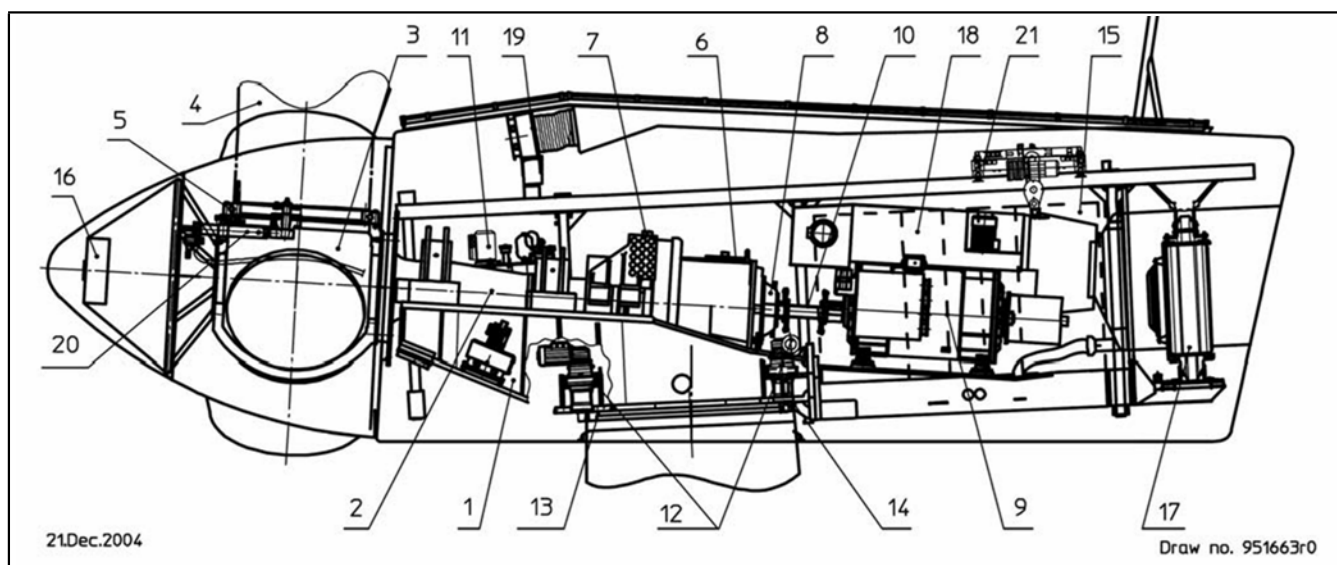


Figure 3.2 Estructura de la Máquina.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| 1.- Marco de la cama. | 12.- engranajes guiñada. |
| 2.- Eje principal. | 13.- Anillo de Guiña. |
| 3.- Rotor Hub. | 14.- Control de guiñada |
| 4.- | 15.- Controlador VMP |
| 5.- Hoja que lleva. | 16.- Controlador VMP |
| 6.- Caja de Cambios. | 17.- Transformador. |
| 7.- Brazo de par Generador. | 18.- Enfriador. |
| 8.- freno de Disco. | 19.- Caja de cambio más frio. |
| 9.- Generador. | 20.- Pitch. |

10.- Compuesto de Acoplamiento. 21.- Crane.
11.- Unidad Hidráulica.

El OptiSpeed™ también llamado Sistema Convertidor Vestas (VCS), proporciona la potencia eléctrica constante y estable de la turbina. VCS consta de un generador asíncrono eficaz con rotor y anillos colectores, un convertidor de potencia con interruptores IGBT, contactores y protección.

El VCS permite velocidades variables en un rango de aproximación 60% de RPM nominal, junto con la regulación de paso, VCS asegura la optimización energética, operación de poco ruido y reducción de cargas en la caja de cambios y otros componentes vitales.

El VCS controla la corriente en el circuito del rotor del generador, dando lugar a un control preciso de la potencia reactiva y un control exacto de la conexión a la red del generador.

Condiciones Climáticas.

El aerogenerador está diseñado para las temperaturas ambiente por debajo de:

- V66 – 1.75 MW: -20°C a + 40°C
- V80 – 2.00 MW: -20°C a + 30°C
- V90 – 1.8/2.00 MW: 20°C a + 30°C

Las turbinas de viento pueden ser instaladas en parques eólicos a una distancia de al menos de 5 diámetros de rotor (V66- 330m, V80 – 400m, V90 – 450m) si los aerogeneradores se colocan en una fila perpendicular al viento predominante, la distancia entre las turbinas de viento por lo menos debe ser de 4 diámetros de rotor (V66 – 264m, V80 – 320m, V90 – 360m).

Los monitores del controlador que controla todas las funciones de la turbina con el fin de asegurar que el rendimiento de la turbina es óptima en cualquier velocidad del viento.

- El controlador detendrá la turbina si se detecta un error.
- El controlador muestra el modo de funcionamiento actual de la turbina.
- El controlador está diseñado para permitir la monitorización y control central en caso de que se requieren estas características.

Estructura del Controlador VMP.

El controlador VMP incluye un controlador de tierra, una tarjeta de control para el controlador VCS (VCP), un controlador en la parte superior y un controlador de concentrador. El controlador VCS y el controlador de la parte superior se encuentran en la góndola, un cable de alimentación/ señal y una fibra óptica para la comunicación a conectarse.

La comunicación con el controlador concentrador se lleva a cabo a través de cables de cobre y una unidad de rotación; el controlador de tierra consiste en el procesador de tierra solamente, este procesador está integrado con el panel de mando.

El VCP se encarga de corte y recorte del generador, de medición de corriente y tensión y el control del convertidor.

Los monitores Controller Hub que controlan el sistema de paso, incluyendo las válvulas feathering completos.

Cuando un operador requiere datos de la turbina, o que quiere iniciar o detener la turbina, puede hacer uso del panel de operación en el controlador de tierra o un panel de servicio conectado al controlador parte superior, los dos paneles muestran las mismas imágenes, pero solo un panel se pueden utilizar a la vez.

Recolección de Datos.

El controlador VMP recoge continuamente datos sobre el rendimiento de la turbina por ejemplo:

- Velocidad de Rotor y Generador.
- La velocidad del viento.
- La presión hidráulica.
- Temperaturas.
- Potencia y energía de producción.
- Pitch.

Si por si surgen irregularidades o errores, los datos se almacenan en un registro de la operación y / o un registro de alarmas, por lo que es posible analizar los errores en la turbina o en la parrilla.

El software para el sistema de VMP- controlador está diseñado básicamente para establecer todas las variables individualmente en los llamados parámetros, ejemplo de parámetro de referencia de potencia, distintos límites de alarmas, valores de calibración de anemómetros etc.

10 MANTENIMIENTO.

Antes de cualquier inspección cada persona debe haber hecho a sí mismo completamente familiarizado con el diseño y plan de evacuación de la turbina. El plan de evacuación se coloca en el caso de primeros auxilios en la góndola y al lado del caso de primeros auxilios en la parte inferior de la torre.

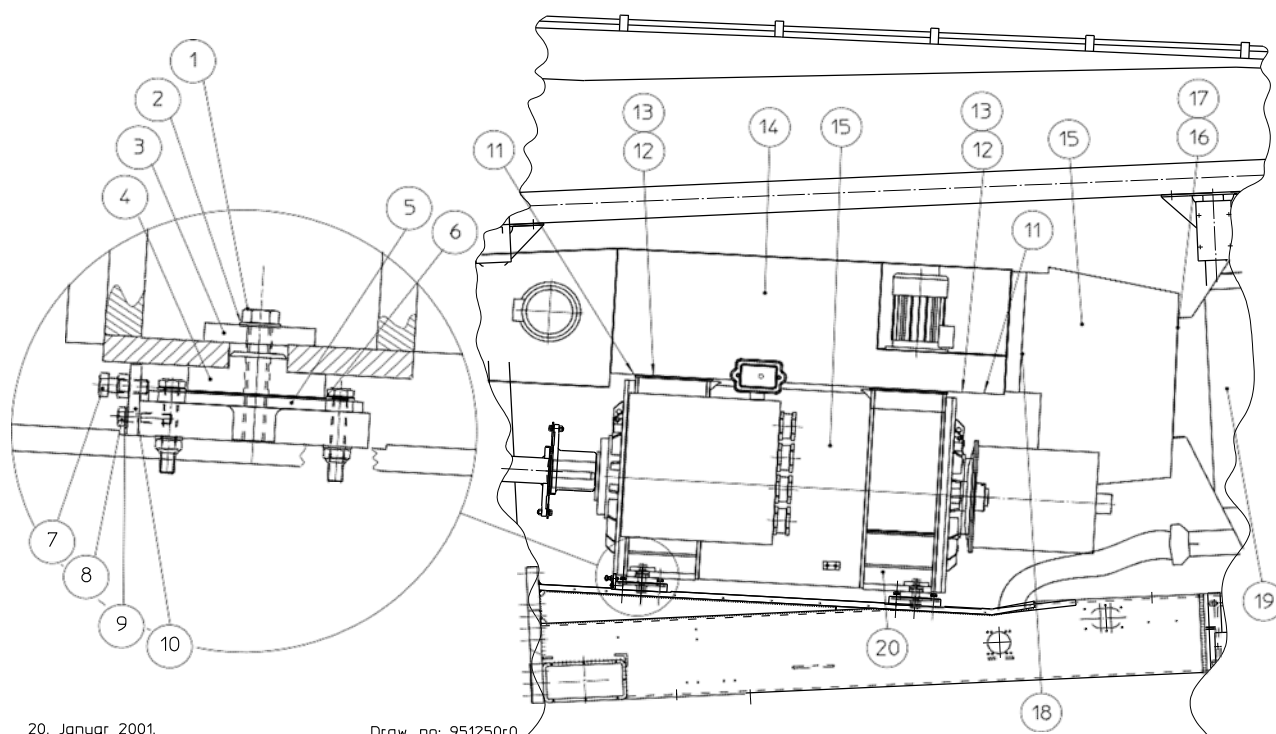
Cualquier persona que inspecciona la turbina debe, como mínimo, haber pasado por un curso de seguridad básica, las inspecciones también pueden ser realizadas por dos personas que han pasado por un curso de seguridad básica.

El número máximo de personas que pueden estar presentes al mismo tiempo es de 3 en las escaleras, 6 personas en la góndola y 3 personas en la plataforma helihoist.

Un generador en pie se desmonta primero aflojando los tornillos M24 (figura) en el lado, levantar el generador con un conector y vuelva a colocar los pies.

Iniciar rodamiento en la turbina para escuchar ruidos anormales en los cojinetes.

Lista de Partes Cambiables.



20. Januar 2001.

Draw. no: 951250r0

Figura 4.1 Arreglo Generador.

| Pos. | Artículo No. | Descripción | Cantidad |
|------|--------------|---|----------|
| 1 | 152297 | Hex. Cabeza del perno ISO 4014 M24x130 a 10.9 TZN | 4 |
| 2 | 157024 | Lavadora 25-HV300-TZN-IK 900194 | 4 |
| 3 | 897476 | Lavadora Ø25xØ120x20 | 4 |
| 4 | 763871 | Base de Generador | 4 |
| 5 | 764654 | Pieza Distancia para el Generador | 4 |
| 6 | 155972 | Calce Ø24.5 x Ø150 x 0.5 | |
| 6 | 155973 | Calce Ø24.5 x Ø150 x 1 | |
| 7 | 153321 | El tornillo de fijación ISO 4017 M16 x 50 a 8,8 TZN | 12 |

| | | | |
|----|--------|--|---|
| 8 | 152226 | Hex. ISO 4014 perno de cabeza M12 x 50 x 8,8 TZN | 2 |
| 9 | 157012 | Lavadora- 13-ISO 7089, HV300-TZN | 2 |
| 10 | 736329 | Herramienta de ajuste | |
| 11 | | Junta de goma (parte del generador) | 2 |
| 12 | 152226 | Hex. ISO 4014 perno de cabeza M12 x 50 a 8,8 TZN | 2 |
| 13 | 157012 | Lavadora- 13-ISO 7089, HV300-TZN | 4 |
| 14 | | Enfriador de generador (parte del generador) | 1 |
| 15 | 093898 | Generador de 1.80 MW 690V/50 Hz Heat | 1 |
| 16 | 764620 | El escape del generador ensamble 1.80 MW | 1 |
| 17 | 148717 | Banda strapping Ø596 | 2 |
| 18 | 764639 | Conexión flexible 1.80 MW | |
| 19 | 728146 | La reducción de pieza, ventilador/puerta de sonido | 1 |
| 20 | 764609 | Generador Montado 1.80 MW, 50 Hz heat | 1 |

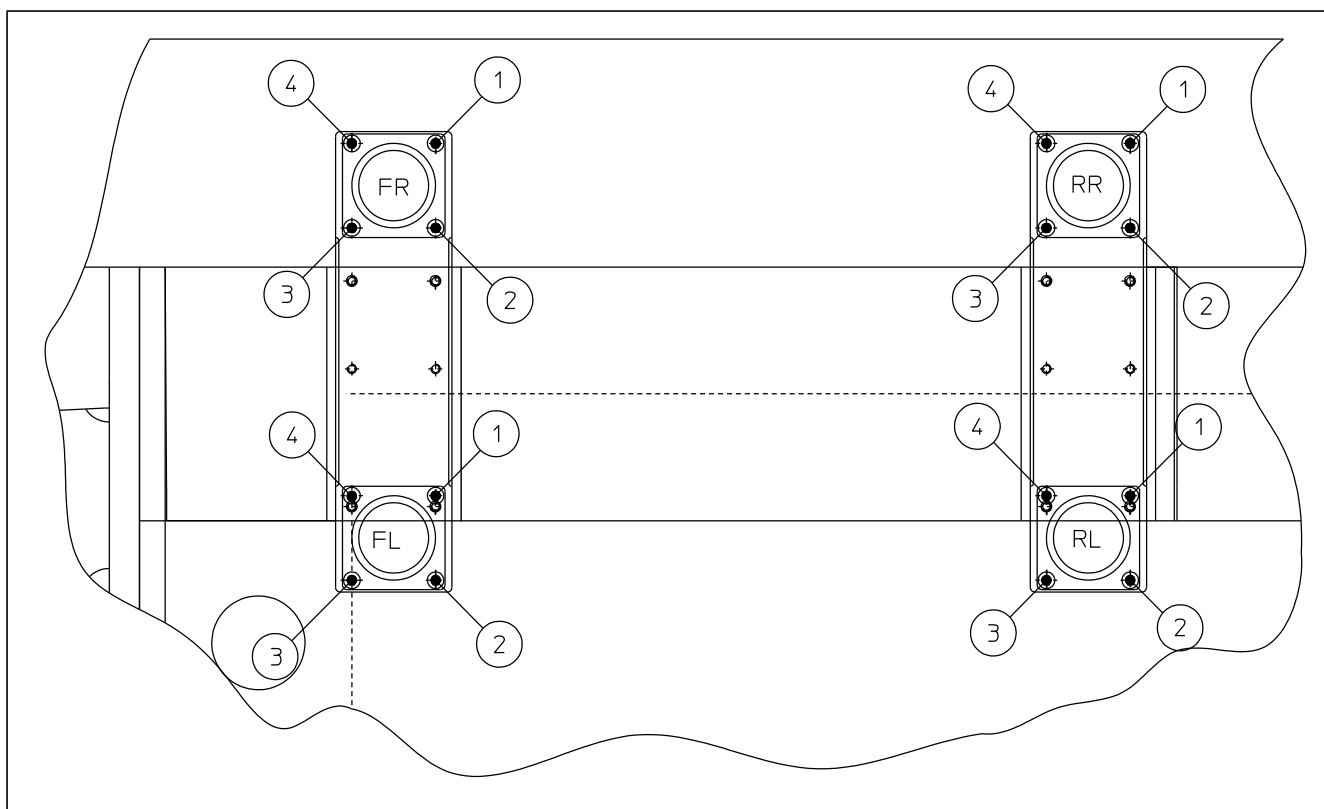


Figura . 4.2 Pernos de Montaje del generador.

| Pos | Artículo N° | Descripción del Artículo | Cantidad |
|---------|-------------|---|----------|
| | | FR=delantero derecho | |
| 1-2-3-4 | 152105 | Hex.ISO 4014 perno de cabeza M16 x 100 a 8,8TZN | 4 |
| 1-2-3-4 | 157016 | Lavadora-17-HV300-TZN-IK 900194 | 8 |
| 1-2-3-4 | 157759 | Tuerca de seguridad ISO 7040-M16-8-NF, gal Zn | 4 |
| | | FL=delantero | |
| 1-4 | 152233 | Hex.ISO 4014 perno de cabeza M16 x 65 a 8,8 TZN | 2 |
| 1-4 | 157016 | Lavadora-17-HV300-TZN-IK 900194 | 2 |
| 2-3 | 157016 | Lavadora-17-HV300-TZN-IK 900194 | 4 |
| 2-3 | 152105 | Hex.ISO 4014 perno de cabeza M16 x 100 a 8,8TZN | 2 |
| 2-3 | 157759 | Tuerca de seguridad ISO 7040-M16-8-NF, gal Zn | 2 |

| | | | |
|---------|--------|---|---|
| | | RR=trasero Derecho | |
| 1-2-3-4 | 152105 | Hex.ISO 4014 perno de cabeza M16 x 100 a 8,8TZN | 4 |
| 1-2-3-4 | 157016 | Lavadora-17-HV300-TZN-IK 900194 | 8 |
| 1-2-3-4 | 157759 | Tuerca de seguridad ISO 7040-M16-8-NF, gal Zn | 4 |
| | | RL=trasero izquierdo | |
| 1-4 | 152233 | Hex.ISO 4014 perno de cabeza M16 x 65 a 8,8 TZN | 2 |
| 2-3 | 157016 | Lavadora-17-HV300-TZN-IK 900194 | 4 |
| 1-4 | 157016 | Lavadora-17-HV300-TZN-IK 900194 | 2 |
| 2 | 152237 | Hex,ISO 4014 perno de cabeza M16 x120 a 8,8 TZN | 1 |
| 2-3 | 157759 | Tuerca de seguridad ISO 7040-M16-8-NF, gal Zn | 2 |
| 3 | 153516 | Hex,ISO 4014 perno de cabeza M16 x110 a 8,8 TZN | 1 |

Alineación.

Antes de empezar a alinear el generador, la alineación de la caja de cambios debe haber sido hecho con las instrucciones de trabajo.

Las dimensiones de alineación son las siguientes:

Horizontal (Luxación lateral).....0 mm \pm 1,5 mm

Vertical (generador por encima de engranajes).....5 mm \pm 1 mm

Axial (del disco de freno pieza mecanizada al cubo, pieza mecanizada para el generador).....430.7 mm \pm 1 mm

Desviación angular (desviación paralela).....0° \pm 0,2°

Compruebe de nuevo todas las medidas, el acoplamiento esta ahora listo para ser montado.

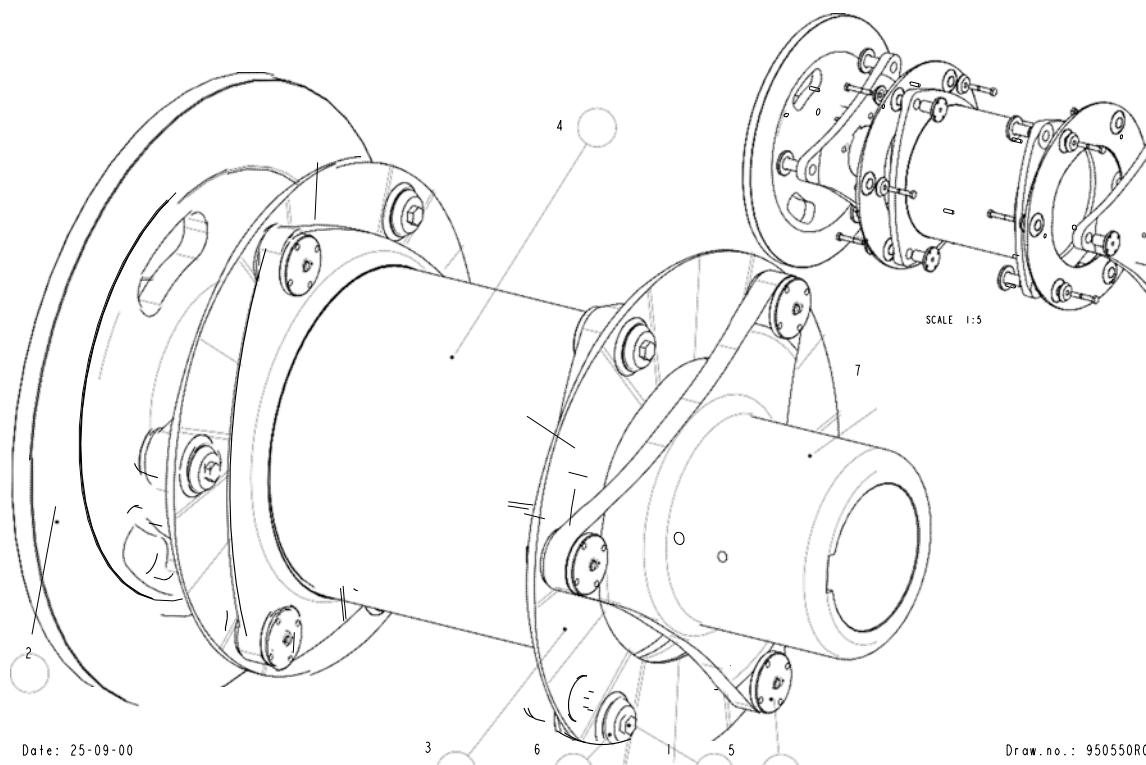


Figura. 4.3Montaje final

| Pos. | Artículo N° | Descripción del Artículo | Cantidad |
|------|-------------|--|----------|
| 1 | 155148 | Perno ISO 4014 M10x65-10.9-Delta | 12 |
| 2 | 763151 | Disco de freno/hub, mecanizar, VK 420 | 1 |
| 3 | 764410 | Disco Compuesto 420, mecanizar | 2 |
| 4 | 764451 | Tubo Intermedio, VK 420 | 1 |
| 5 | 764471 | Casquillo de rosca para VK 420 | 12 |
| 6 | 764476 | Lavadora de casquillo de rosca, VK 420 | 12 |
| 7 | 764751 | Hub para el generador, VK 420 | 1 |

Freno.

Freno de estacionamiento, que se activa cuando se pulsa “PARADA DE EMERGENCIA”; el sistema de freno está montado en la caja de cambios, el disco de freno está montado en el alto eje de velocidad y frenos con 3 pinzas de freno hidráulico, que son impulsados por la unidad hidráulica.

Lubricación de Rodamientos.

Compruebe la pantalla del lubricador y el estado de la grasa en el recipiente de grasa. Si se ha producido cualquiera de los siguientes eventos, vaciar el recipiente de grasa y limpiar el lubricador de grasa vieja:

- El contenedor de grasa contiene grumos visibles de grasa dura.
- Grandes bolsillos de petróleo se encuentran en el contenedor de grasa.
- Las bolsas de aire se encuentran en el contenedor de grasa y la placa siguiente no hundirse en él.
- Llene el recipiente de grasa medio lleno.

Desmontar los acoplamientos de acción rápida en ambos escudos, active el lubricador (botón verde) y seguir, activarlo hasta que la grasa salga de ambas mangueras, vuelva a conectar las mangueras.

Además, si se ha producido alguno de los siguientes eventos, lubricar manualmente el generador mediante el uso de un inyector de grasa:

- El conector de grasa se ha vaciado y limpiado.
- El lubricador tuvo que ser activado más de dos veces antes que la grasa saliera de ambas mangueras.

La Bomba tiene un total de 220 g de grasa a través del engrasador en el distribuidor progresivo en la parte posterior del lubricador. Ña grasa es distribuida en ambos cojinetes, la re-lubricación debe tener lugar mientras el generador está girando en el máximo de 500 rpm.

Revise que las mangueras están conectadas con salida 1 y 2, compruebe que el lubricador este lleno de grasa y que ambos cojinetes del generador se están lubricando.

Rotación de Contacto.

El Rotating Contacto conecta los devanados del rotor del generador para el controlador convertidor para el control de la salida de la turbina, el contacto se conecta al sistema de alta tensión del generador para controlar las bobinas de excitación en el rotor.

La corriente de excitación se conduce a través de los cepillos al anillo de deslizamiento, que está conectado a los devanados del rotor. Cortocircuito en la red o en el sistema de control de crear pulsos de

corriente extremadamente altas, que pueden atacar un arco entre el anillo colector las escobillas, esto causara daño o dañar la superficie de deslizamiento de contacto anillo.

El contacto rotativo consta de tres anillos de deslizamiento, separados por anillos aislantes de crucería, dando una larga distancia para evitar la combustión súbita generalizada, el contacto con el suelo se coloca en el extremo.

La parte estática del contacto consta de tres cepillos sets, un juego para cada anillo colector, un conjunto de porta escobillas cada uno con dos cepillos, transferir el poder entre la estática y la parte giratoria; para asegurar un funcionamiento óptimo de servicio del contacto, el aire de refrigeración es soplado a través de la carcasa en contacto por una unidad de ventilador separada y hacia afuera de la góndola.

Comprobación de los contactos giratorios.

No retire las cubiertas de los anillos de deslizamiento mientras la turbina está funcionando, la turbina debe ser detenida.

Desconecte el disyuntor del generador (Q7 y Q8) en el tablero de arreglo y también el poder para el ventilador a Q6, bloquear los interruptores automáticos en la posición "off" con candados y tomar las llaves.

Desconectar la alimentación del generador, pero espere aproximadamente 5 minutos antes de retirar las tapas laterales de la caja de contactos, comprobar con un voltímetro que la unidad esta descargada y desenergizada; verifique que el elemento calefactor y el ventilador estén desconectados.

Quite el polvo de la unidad de contacto y el de la carcasa con un cepillo, el polvo de grafito puede ser removido del aislamiento, limpiar los cables con un paño húmedo con alcohol desnaturalizado.

Comprobación de las Escobillas.

Este tipo de porta escobillas que tienen esta unidad, una tasa de desgaste diferente de dirigir la escobilla y la escobilla de arrastre. La escobilla líder se desgasta el doble de rápido que la escobilla de arrastre, al girar el dispositivo de escobillas 180° hacia arriba y hacia debajo de manera que la escobilla líder hacia atrás y opuesto, el tiempo entre escobillas en sustitución se hacen más largo, reduciendo costos y optimizando el uso del material.

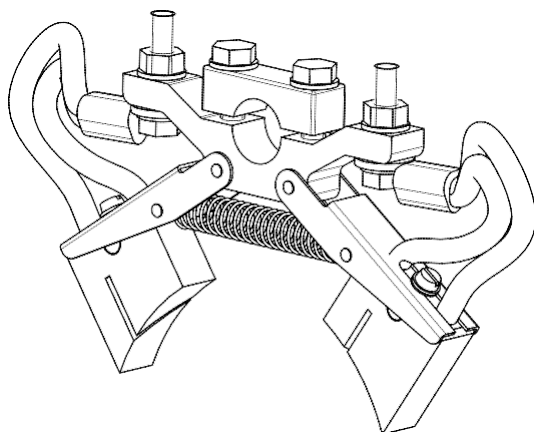


Figura 4.4

La altura de las escobillas se mide en los extremos exteriores a lo largo de la escobilla de la superficie de contacto para el brazo, si la altura es de 22 mm o menor, la escobilla debe ser reemplazada con una nueva y7 el sistema de escobillas no este activado. Son escobillas de primera OK con ranuras de superficie de contacto fina y refrigeración abierta, el sistema de escobillas puede girar 180°, por lo que la

escobilla líder resulta ser trailing y opuesto, si se detiene la ranura de refrigeración, puede ser limpiada por medio de una hoja de sierra.

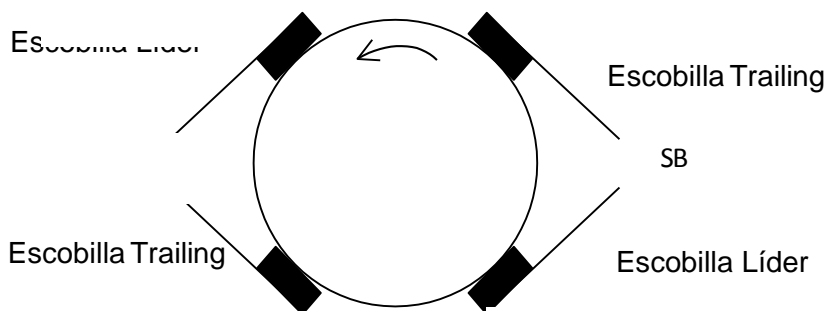


Figura 4.5

Montaje de las Escobillas.

Los cables de fase se eliminan de las escobillas y se retira la abrazadera de la escobilla, las escobillas ahora se pueden abrir y sacadas de la brocha.

Sustitución de las Escobillas.

El montaje de las nuevas escobillas normalmente se realiza de forma individual mediante la sustitución de la escobilla mas desgastada y dejando la otra para el próximo chequeo, las trenzas de la escobilla están desconectados, retire el tornillo M5 en la parte superior de la brocha y ahora la escobilla se puede quitar desde el brazo de la escobilla.

Reemplazarlo con una nueva escobilla de 753.246, ajuste la superficie de contacto con el anillo colector y apriete el tornillo superior M5, coloque el dispositivo de escobillas por lo que las escobillas se deslizan en el centro del anillo y apriete los tornillos de fijación con un par de apriete a 13 Nm, montar las trenzas y los cables de conexión y apriete con un momento par en 20 Nm.



Figura 4.6



Figura 4.7

Comprobar y Reapretar las Conexiones.

Antes de montar las escobillas en el marco de la escobilla, es recomendable volver apretar todas las conexiones de los tornillos en la conexión de pinza de corriente a los postes de fase del generador.

Retire el marco de la escobilla para dar acceso a las conexiones actuales, afloje el tornillo M4, y vuelve apretar a 3.0 Nm, afloje el tornillo M5 si se utiliza, apretar a 6Nm; afloje el tornillo M8 y vuelva apretar a 15 Nm.

OBS, recuerde que debe marcar todos los tornillos de la derecha después de volver apretar. El marco de la escobilla se vuelve a montar-par de apriete para los tres tornillos M12 es 40Nm.

Compruebe la parte de Contacto.

Afloje el tornillo de cabeza de la parte del contacto y tomar la escobilla, si la longitud de la escobilla es menor de 15 mm sustituir la escobilla, por una nueva la cual debe ser utilizada 753366.



Figura 4.8

Compruebe la Superficie de los anillos Deslizantes.

Los anillos deslizantes normalmente tienen una superficie de contacto suave y de color gris, compruebe la superficie de contacto en todo el anillo en todo el anillo colector, girando el generador. Si se encuentran daños, arcos pesados o áreas ásperas, chispas, sustituya la unidad giratoria.

Lleve la unidad giratoria al departamento de servicio de reacondicionamiento y utilícela de nuevo.

Compruebe y reapriete las abrazaderas actuales.

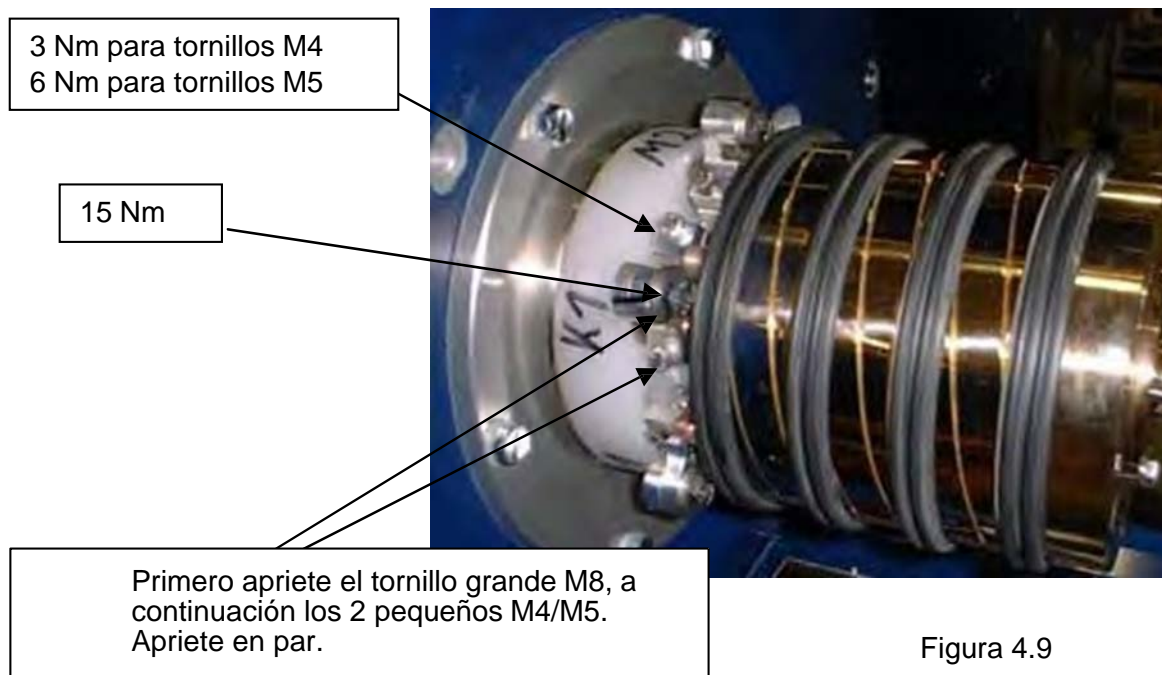


Figura 4.9

La Comprobación del Ventilador Filtro de Succión para hacer Girar el Contacto.

Con el generador parado, desmontar el filtro para la inspección y verificación visual, reemplace el elemento filtrante si está recubierta con mucho polvo y suciedad, el filtro usado debe ser llevado al departamento de servicio.

Contacto Giratorio de Calor-HYAC.

Comprobación del paquete de cepillos.

El contacto rotativo HYAC-HEAT se monta alrededor del adaptador para la unión hidráulica, la transferencia de contactos de energía eléctrica a la ruleta para los elementos de calefacción montado en los acumuladores hidráulicos para asegurar la temperatura del aceite adecuado.

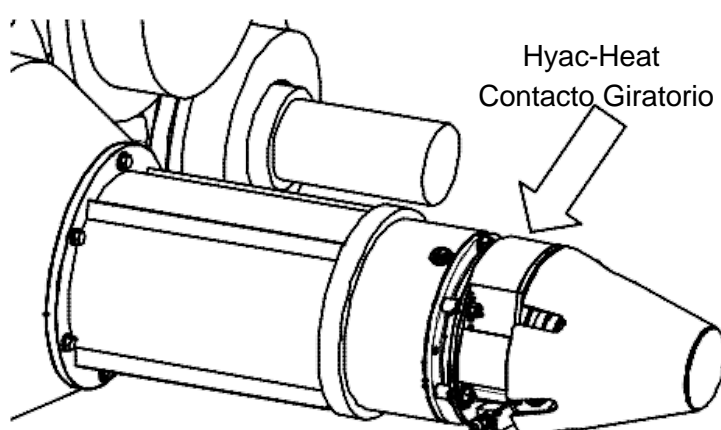


Figura 4.10

Para conseguir el acceso a la rotación de contacto HTAC-HEAT se retira el escudo sobre el que gira la unión hidráulica, vuelva a colocar las tuercas M12 y fijar la vivienda, estropear su centralización. La

alimentación se desconecta en contacto F65 y Q16 el disyuntor se desconecta; la cubierta final se retira y ahora el paquete de cepillos se puede sacar quitando los dos tornillos M6.

El paquete de cepillo de 753.543 se saca para la comprobación del desgaste de las escobillas o reemplazos.

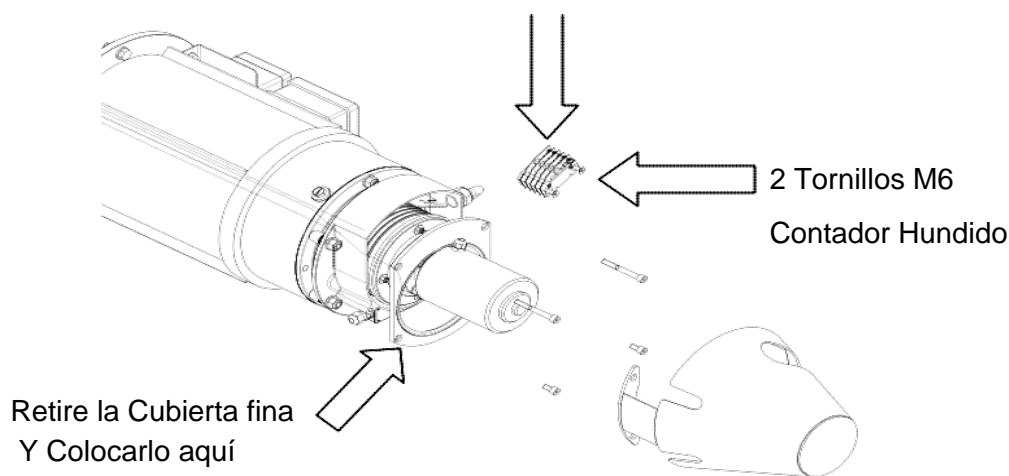


Figura 4.11

Comprobación del Desgaste del Cepillo.

Si la altura del cepillo libre es de 5mm o menos el paquete de cepillo debe ser reemplazado, limpie la carcasa interior para el polvo del paquete de cepillo, cierre la vivienda y volver a montar el escudo de la junta rotativa.

Refrigeración por agua VCS.

Refrigerador.

Verificar sellos y juntas.

Revise las mangueras para las marcas y grietas incipientes.

Bombas y Válvulas.

Compruebe que todos los cables estén secos.

Compruebe que todas las válvulas de bola estén abiertas.

Compruebe la bomba visualmente si hay fugas en la junta del eje, si tiene fuga, cambiar la junta de eje de acuerdo con la instrucción de servicio de trabajo 961193 (bomba TP).

Tubos y Mangueras.

Compruebe las mangueras de la sección VCS para bombear, revise los sellos.

Compruebe las mangueras de la bomba para enfriador, revise los sellos.

Tanque de Expansión.

Revise las mangueras hacia y desde el tanque de expansión.

Compruebe que existe líquido refrigerante (18 litros) de 1 cm por debajo del indicador máximo.

11 HIDRÁULICA.

Comprobación del Nivel de Aceite.

Con todos los acumuladores soplados y con la turbina en parada de emergencia o pausa, el aceite siempre debe ser visibles 2 cm por debajo del borde de la mirilla o la mirilla debe estar llena, si es necesario, rellenar con aceite.

Cambio del Filtro de Aire en la Unidad de Potencia Hidráulica.

Reemplace el filtro de aire (elemento de color amarillo en la parte superior) si esta mojado con aceite.

Cambiar el filtro de gel de sílice intensa absorción de si el color del gel de sílice ha cambiado en más de la mitad de la carcasa del filtro. Compruebe si hay alguna fuga en el sistema hidráulico en la góndola, si hay gotas visibles de aceite, trate de apretar las conexiones; si una fuga de más de unas cuantas gotas de la junta rotativa se puede observar, cámbielo.

Las Fugas en el Eje Principal.

Desmontar la tapa de junta rotativa, pare la turbina con el tapón ¼ en el adaptador para la unión giratoria hacia abajo; desmontar el tapón y vaciar las fugas de aceite. Averigüe si el aceite es aceite de engranaje o aceite hidráulico.

En caso de una fuga de aceite de más de una gota, desmontar la junta rotativa y el adaptador con el fin de localizar la fuga y reparar los daños; vuelva a apretar las conexiones. La temperatura del acumulador se estima a partir de la temperatura de la superficie del acumulador.

Comprobación de los Cojinetes.

Comprobar el juego del rodamiento en el eje de salida, escuche teniendo ruido o vibraciones en el alojamiento del cojinete, mientras que la turbina está orientándose; si usted sospecha que el desgaste de los rodamientos del eje de salida, consulte con un indicador de línea.

Compruebe que el engranaje está conectado correctamente a la unión.

Gabinets y superficies.

Limpie manchas de grasa y marcas de los dedos de los gabinetes eléctricos, cubiertas, la caja de cambio, el generador y el enfriador del generador, costado pintura, rasguños.

12 CONDICIÓN GENERAL DE LA TURBINA.

Al inspeccionar la maquinaria siempre se ven con mucho cuidado para los residuos de aceite y tornillos sueltos. En las cubiertas y ejes de plomo, la caja de cambio puede “sudar” un poco. Esto, junto con el polvo en los frenos, la caja de cambio se puede ensuciar un poco, limpie la suciedad, ya que de lo contrario puede ser difícil determinar si hay una fuga significativa.

Una pérdida significativa es cuando el aceite gotea, deteriora la caja de cambio, una fuga tal: los residuos de aceite hasta el punto de que la reparación es necesaria; pernos flojos en la estructura significa peligro, ellos deben apretarse inmediatamente.

Este proceso se debe seguir antes que la turbina empiece a favor de la producción eléctrica, este es el último proceso de control de los cables y la instalación eléctrica; para asegurarse de que funciona correctamente.

El procedimiento se basa en la versión de software VMP-5000.02 rel.2.02 o más reciente.

Condiciones de Seguridad.

Las cuchillas deben ser totalmente de plumas y bloqueado con pernos; el rotor no está bloqueado cuando la turbina esta lista para la puesta en marcha, pero debe estar bloqueado cuando se trabaja en el Hub.

Por razones de seguridad por favor busque los siguientes botones de parada de emergencia:

- Eje principal S933.
- Placa guiñada S934.
- Controlador góndola S935.
- Controlador S936 (En la base de la torre).

Cuando se activa el botón de parada de emergencia, el sistema de control entra en “MODO DE PARADA DE EMERGENCIA”, llevar las palas en posición totalmente en parada, no hay suministro de energía a los contactores y bobinas, el freno se activa.

S952 “F60 de viaje”. S952 es un botón rojo en el controlador de la góndola, al activar este botón, la alta tensión se interrumpe (F60); de aquí en adelante no habrá energía eléctrica en la turbina.

Condiciones de Puesta en Marcha.

Las siguientes condiciones son las que se deben a seguir antes de la puesta en marcha de la turbina:

- El interruptor principal (F60) en el controlador está “abierto”.
- El cable de alta tensión está conectado a la alta tensión del transformador T53 en la secuencia de fase a la derecha (L1, L2, L3).
- Q8 en el rack es “abierto” y bloqueado con un candado.
- Q7 en el bastidor está “abierto”.
- Q15 (Aux.) es “abierto” y bloqueado con un candado.
- Q16 (Controller) es “abierto”.
- Todos los fusibles auto en ambas secciones de fusibles son “abiertas”.
- Todos los cables de la góndola están conectados correctamente a las unidades en la base de la torre.

Prueba de Preparación Rotor y Generador.

Compruebe que todos los botones de parada de emergencia están cerrados (desactivados).
Conecte disyuntor Q8, F625, F626 y Q7.

Prueba Sinusoidal RPM.

Seleccione la prueba 11.19: "PRUEBA DE GENERADOR RPM", pulse <1> para seleccionar la prueba sinusoidal; RPM de Gen 1 sigue una función seno de 300 a 1500 RPM, con un periodo de 60 segundos; prueba de que la RPM real (Ley, Gen RPM) sigue el RPM de referencia (ref., Gen RPM), pulse <ESC> para terminar la prueba.

Pasó de Prueba RPM.

Seleccione la prueba 11.19: "Prueba de Generador RPM"; (Al salir de la prueba 11.19, regular a 0 RPM) presione <2> para iniciar la prueba; referencia para el RPM generador salta en pasos:

Prueba de Generador sobre Velocidad.

Esta prueba es solo para la velocidad del viento superior a 6,5 m/s; seleccione la prueba 11.21: "Prueba de generador de Sobre velocidad", pulse <FUNC> para iniciar la prueba, el controlador esperara unos 30 seg, hasta que el generador alcance 750 RPM, RPM ahora aumentara en pasos de hasta 1950 RPM.

Cuando el exceso de velocidad alcanzada por el generador en RP se regula de nuevo a 0 RPM.

Este mantenimiento se realizara cada 6 meses de manera preventiva, para evitar daños y riesgos en el generador y el personal técnico.

12 CONCLUSIONES

Luego de realizado el trabajo se obtienen las siguientes conclusiones:

Para llevar a cabo el plan de mantenimiento electromecánico se debe de tomar en cuenta todos los aspectos que caracterizan al modelo V90 de Vestas, es por eso la importancia de las visitas de inspección previa al área.

Para el mantenimiento de los sistemas electromecánicos de los Aerogeneradores Vestas modelo V-90, es gratificante saber que este manual será de gran ayuda para el personal Técnico del área de Mantenimiento en el Parque Eólico “La Fe San Martín”, puesto que servirá de guía para el desarrollo de las rutinas del Mantenimiento Preventivo Planificado luego de las inspecciones previas.

Durante el desarrollo e implantación de mantenimiento es vital la comunicación de todas las anomalías detectadas, es por eso la importancia de elaboración y aplicación de Procedimientos en todos los procesos de gestión del Mantenimiento, ya que esto implica el disminución de tiempo, recursos y paros en el funcionamiento de los aerogeneradores que implica en la correcta operación de los equipos.

Por otro lado el mantenimiento preventivo quedará perfectamente definido en el plan de mantenimiento. Del desarrollo de los trabajos preventivos darán buena cuenta los informes mensuales facilitados al área de O & M, estando este informado de todos los trabajos acometidos.

Con la ejecución de un buen plan de mantenimiento, Permitirá anticiparse a las pérdidas de dinero traducidas en reducción de tiempo de paro de las equipos provocando un incremento de la productividad.

En definitiva un buen plan de mantenimiento representa una inversión que a medio y largo plazo resultará beneficiosa para la empresa, mejoras en la productividad y un arma importante, la seguridad de los empleados que desarrollan sus trabajos en un lugar seguro condiciones requeridas.

Como todo sistema de gestión el mantenimiento necesita de procedimientos para optimizar recursos y tiempo, por eso la importancia de tener un manual de procedimientos.

El personal de mantenimiento necesita de capacitación continua, no solo es aspectos técnicos, sino en sistemas de seguridad y salud ocupacional.

13 ANEXOS.

Tablas de Registros de Mantenimiento.



VESTAS WIND SYSTEMS A/S

| | |
|--|-----------------------|
| KONTROLSKEMA INSPECTION RECORD FORM | No.: 960955 |
|--|-----------------------|

| | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|--|---|---|---|-----------------------------------|
| Operation/sted: Serviceafd. | | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mdr. og 4 års eftersyn Scroby Sands | | | | Ref. No.: 960953 960954 |
| Operation/place: Service dep. | | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6, 12 months and 4 years Scroby Sands | | | | |
| Rev. date R Sign. Appd. | 060110 1 KAHNL JENY | 060224 2 KAHNL REMI | 3 | 4 | Udført af / Executed by:Date: MHV 2005-09-21 | Suppl. tegn./Drawing |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Godkendt / Approved MKS 2005-11-21 | Page of 1 14 |

History of this Document

| Rev. no. | Date | Description of Change |
|----------|------------|---|
| 0 | 2005-09-21 | First edition - This IRF replaces 958261 and 958263 as electrical and mechanical inspections are gathered in one inspection and separated into 3 months' inspection and 6 and 12 months' and 4 years' inspection. Document has been updated in accordance with CIM66. (section 28, points 7, 9, 10, 14,15, 16, 17) |
| 1 | 2006-01-10 | 8.3 (Check take-up straps) deleted. 25.5: Check box at 6 months' check deleted. CIM 245: 27.2: New text added: Check the pump visually for leakage in the shaft gasket. If leakage has occurred change the shaft gasket according to Service Work Instruction 961193 (TP pump). CIM 1081: New point added 40.2: Check for sand leakage (only welded main beam). If leakage has occurred see WI 961206. |
| 2 | 2006-02-24 | 20.1 and 20.2 deleted. Previous 20.4 (now 20.2):" Check 2 M33 bolts in torque arm damper/nacelle bed plate connection in each side." Replaced by "Check 2 M33 bolts in torque arm damper/gear connection in each side." CIM 1289: 14.4: Check for damage of nose cone support revised. |

| | | |
|--------------------------------|-----------------------|--------------|
| Turbine type/no. | Engineer init. | Date: |
| Remarks on the service report. | | |

| | | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Operation/sted: Serviceafd. | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mrd. og 4 års eftersyn, Scroby Sands | Sign. date: 06-01-10 | Page of 2 14 |
| Work/place: Service dept. | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6 and 12 months and 4 years, Scroby Sands | Ref. no.: 960953, 960954 | |

| | | 6 months | 1 year | 4 years | |
|--|---|------------|--------|---------|-----|
| 1. Preconditions | | | | | |
| 1.1 | To persons present | | | | |
| | Trained in, and aware of the content in the Safety Manual, incl. “Substances and Materials” | | | | |
| 2. General Rules at Service Check | | | | | |
| | Be sure to know the general conditions / recommendations when performing: | | | | |
| 2.1 | Tightning Torque (WI920098 Torque Wrench Settings) | | | | |
| 3. Safety Rules | | | | | |
| | Be sure to know the general recommendations regarding: | | | | |
| 3.1 | For safety reasons please note the location of the following emergency stop buttons: Turbine: S933: Main Shaft S934: Yaw plate S935: Nacelle Controller S936: Com Controller | | | | |
| 1.2 | Locking of rotor / blades | | | | |
| 1.3 | Hearing protection | | | | |
| 5. Documents at Check | | | | | |
| | Be sure to know alle the dokumetns related to this inspection | | | | |
| | Work instructions, Lubrication Chart, etc. | | | | |
| 6. Temperatures and Windspeed | | | | | |
| 6.1 | Note the following temperatures: | Ambient: | °C | °C | °C |
| | | Hydraulic: | °C | °C | °C |
| | | Gear: | °C | °C | °C |
| | | Nacelle: | °C | °C | °C |
| | | Spinner: | °C | °C | °C |
| 6.2 | Note the windspeed | Windspeed: | m/s | m/s | m/s |

| | | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Operation/sted: Serviceafd. | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mrd. og 4 års eftersyn, Scroby Sands | Sign. date: 06-01-10 | Page of 3 14 |
| Work/place: Service dept. | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6 and 12 months and 4 years, Scroby Sands | Ref. no.: 960953, 960954 | |

| | 6 months | 1 year | 4 years |
|---|----------|--------|-------------|
| 7. Fall Safety Device | | | |
| 7.1 Check anchor point for wire in top and bottom. | D | D | |
| 7.2 Check wire, shackles and shackle lock. | D | D | |
| 7.3 Check the wire guides on the ladder. Check all bolt connections. | D | D | |
| 8. Saftey Equipment for Turbine Owner | | | |
| 8.1 Check H-belts | D | D | |
| 8.2 Ckeck long lanyards and dampers | D | D | |
| 8.3 Ckeck safety helmets | D | D | |
| 8.4 Check fall safety devises | D | D | |
| 9. UPS Test | | | |
| 9.1 LED test | | | _____ % |
| 9.2 Battery test | D | D | |
| 9.3 Battery replacement | | | (5 years) D |
| 10. Safety Equipment | | | |
| 10.1 Check the fire extinguisers for damages visually | D | D | |
| 10.2 Check the seals of the emergency barrels om platform 7 in the monopile | D | D | |
| 10.3 Change content of emergency barrel 1 | D | D | |
| 11. Signalling Lights | | | |
| 11.1 Marine lights are lit | D | D | |
| 11.2 Foghorn is activated | D | D | |
| 12. Rotor | | | |
| Note: Tests 12.1 and 12.2 only at wind speed above 6.5 m/s. | | | |
| 12.1 Test of generator overspeed. Test 11.21. Note "Alarm rpm act" | D | D | |
| | | | |
| | Power | Freq | Alarm RPM |
| V80 Offshore | 2.0MW | 50 Hz | 1870-1990 |
| | | | _____ RPM |

| | | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Operation/sted: Serviceafd. | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mrd. og 4 års eftersyn, Scroby Sands | Sign. date: 06-01-10 | Page of 4 14 |
| Work/place: Service dept. | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6 and 12 months and 4 years, Scroby Sands | Ref. no.: 960953, 960954 | |

| | | | | | 6 months | 1 year | 4 years |
|--|-------|-------|-----------|-----------|--|--------|---------|
| 12.2 Test of VOG. Test 11.22. Note "Alarm Rotor RPM" | | | | | D | D | |
| | Power | Freq | Alarm RPM | Tolerance | | | |
| V80 Offshore | 2.0MW | 50 Hz | 21.5 | 20.5-22.5 | _____RPM | | |
| Reset of VOG-alarm | | | | | D | D | |
| Ack. without VOG reset not pos.: | | | | | D | D | |
| Ack. with VOG reset possible: | | | | | D | D | |
| 13. Bottom Controller | | | | | | | |
| 13.1 Change of batteries | | | | | D | D | |
| 13.2 Test of PTS5, COM-controller | | | | | D | D | |
| 13.3 Test of emergency stop button at bottom controller | | | | | D | D | |
| 14. Nose Cone | | | | | | | |
| 14.1 Check that the nose cone seal is not loose or damaged. | | | | | D | D | |
| 14.2 Check for loose bolts in fibreglass connections | | | | | | D | |
| 14.3 Check for cracks in fibreglass around the bolted connections | | | | | | D | |
| 14.4 Check nose cone support for damages. If a damaged pipe is found mount upgrade kit 880402 according to SWI 959352. | | | | | D | D | |
| | | | | | Repair of (number of) pipes on nose cone support | | |
| 14.5 Check the lightning current transfer units for loose bolts and burns, and note if any parts have been replaced. | | | | | D | D | |
| 15. Hub Controller | | | | | | | |
| 15.1 Change of batteries | | | | | D | D | |
| 15.2 Test of PTS5, COM-controller | | | | | D | D | |
| 16. Pitchsystem Do not test above 15 m/s. | | | | | | | |
| 16.1 Yaw to wind. Leave in Service mode. | | | | | D | D | |
| 16.2 Preparation of Test Perform following tests for each system with blades downwards. Lock rotor locking system. Test 11.7. | | | | | D | D | |
| | | | | | D | D | |

| | | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Operation/sted: Serviceafd. | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mrd. og 4 års eftersyn, Scroby Sands | Sign. date: 06-01-10 | Page of 5 14 |
| Work/place: Service dept. | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6 and 12 months and 4 years, Scroby Sands | Ref. no.: 960953, 960954 | |

| | 6 months | 1 year | 4 years |
|--|---------------------------------|-------------|---------|
| 16.3 Choose pitch system. 11.7 <#>. | D | | |
| 16.4 Negative pitch end-stop. Test 11.8 A: 0.040V [0.030→0.050]: B: 0.040V [0.030→0.050]: C: 0.040V [0.030→0.050]: | D ____ V ____ V ____ V | | |
| 16.5 Positive pitch end-stop. Test 11.8 A: 9.710V [9.700→9.735]: B: 9.710V [9.700→9.735]: C: 9.710V [9.700→9.735]: | D ____ V ____ V ____ V | | |
| 16.6 Emergency valves test | D | D | |
| 16.7 Check 1 of the 10 bolts in each cylinder holder. | | | D |
| 16.8 Check every 10th of the 12 M24 bolts in each crank arm block. | | | D |
| 16.9 Check all bolts in plain bearing housings. | | | D |
| 16.10 Check axial clearance in slide bushings to hydraulic cylinders. Max. allowable clearance: 1 mm (0.040") | Blade A B C | D D D | |
| 16.11 Check clearance in plain bearings connecting crank arm shaft and hydraulic cylinder. Max. allowable clearance: 0.5 mm (0.02") | Blade A B C | D D D | |
| 16.12 Check hydraulic cylinder piston for wear and damage. | | D | |
| 16.13 Check rubber sleeves for damage. Check hydraulic system for leakage. | | D D | |
| 17. Hub, Blade Bearing | | | |
| 17.1 Check every 10th M30 stud bolts between blade bearing and hub. Hydraulic tensioner setting: See WI 920098 Torque Wrench Settings | | | D |
| 17.2 Check outer lip seals of blade bearings. | D | D | |
| 17.3 Check inner lip seals of blade bearings. | D | D | |
| 17.4 Check the blade bearings for uneven running and play. | D | D | |
| 17.5 Lubricate blade bearings. | D | D | |

Address

Alsvej 21
DK-8900 Randers

Phone
Fax

Administration +45 97 30 24 36
Group Sales +45 97 30 26 55
Purchase dept. +45 97 30 22 75
Service +45 97 30 22 73

Bank

Nordea Bank Danmark
2149 0651 117097

CVR-no. 10 40 37 82

vestas@vestas.com • www.vestas.com

| | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Operation/sted: Serviceafld. | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mrd. og 4 års eftersyn, Scroby Sands | Sign. date: 06-01-10 | Page of 6 14 |
| Work/place: Service dept. | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6 and 12 months and 4 years, Scroby Sands | Ref. no.: 960953, 960954 | |

| | 6 months | 1 year | 4 years |
|---|----------|--------|---------|
| 17.6 Mounting of grease containers on blade bearings See WI959345 | D | D | |
| 17.7 Inspection/Replacement of grease containers See WI959345 | D | D | |
| 18. Blades | | | |
| 18.1 Check every 10 th M30 bolt between blade and blade bearing. | | | D |
| 18.2 Check every 10th M30 stud bolts between blade bearing and hub. Hydraulic tensioner setting: See WI 920098 Torque Wrench Settings. | | | D |
| 18.3 Check blades for cracks. Note the position of any cracks in the service report. | D | D | |
| 18.4 Check that the lightning conductor bands are not loose and check them for wear and burns. Note if any parts have been replaced | D | D | |
| 18.5 Note if a lightning conductor band or a bolt has been replaced | D | D | |
| 19. Main Shaft Arrangement | | | |
| 19.1 Check every 10th of the 56 M33 bolts connecting main shaft and blade hub. Torque wrench setting: See WI 920098 | | | D |
| 19.2 Check 1 M42 bolt in each side of front and rear main bearing housing. Torque wrench setting: See WI 920098 | | | D |
| 19.3 Check the main bearings for noise and vibrations. | D | D | |
| 19.4 Lubricate the main bearings. | D | D | |
| 19.5 Check and lubricate the locking pins. | D | D | |
| 20. Torque Arm System | | | |
| 20.1 Check 1 M33 bolt in each side of the torque arm damper/gear connection. Torque wrench setting: See WI 920098. | | | D |
| 20.2 Check 2 M33 bolts in torque arm damper/gear connection in each side. Torque wrench setting: See WI 920098. | | | D |
| 20.3 Check for play in rubber spring packages. | | D | |
| 20.4 Check torque arms for cracks | D | D | |
| 20.5 Check the rubber element for cracks | D | D | |
| 21. Gearbox | | | |
| 21.1 Check the oil level (at standstill). | D | D | |

| | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Operation/sted: Serviceafld. | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mrd. og 4 års eftersyn, Scroby Sands | Sign. date: 06-01-10 | Page of 7 14 |
| Work/place: Service dept. | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6 and 12 months and 4 years, Scroby Sands | Ref. no.: 960953, 960954 | |

| | 6 months | 1 year | 4 years |
|---|--------------------------------------|-------------|---------|
| 21.2 Check all over for leakage. | D | D | |
| 21.3 Check the magnet on the oil dip stick for metal particles. | D | D | |
| 21.4 Inspection of gearbox | D | D | |
| 21.5 Oil changed? | D | D | |
| 21.6 Extract an oil sample. See WI 959406 | D | D | |
| 21.7 Change of air filter Air-filter particle filter replaced? Air-filter silica-gel part replaced? | D D D | D D D | |
| 22. Gear Oil System | | | |
| 22.1 Check for leakage | D | D | |
| 22.2 In-line filters replaced | | D | |
| 22.3 Off-line filter replaced | | D | |
| 22.4 Check of pressure monitoring. When checking the pressure switch, gear oil temperature and pressure must be noted, when S412 is not led anymore. | D Temp. _____ C° _____ Bar | D | |
| 22.5 Check for contamination of oil coolers. | D | D | |
| 22.6 Check for leakage. | D | D | |
| 22.7 Replace off-line filter | | D | |
| 23. Composite Coupling | | | |
| 23.1 Check the connecting tube for cracks at the glue joint between the end flanges and the composite tube. | | D | |
| 23.2 Check composite discs for circular cracks, radial cracks and delamination. | | D | |
| 24. Brake | | | |
| 24.1 Measure thickness of brake lining - min. 3 mm or 1/8". | | D | |
| 24.2 Check the calipers. | | D | |

| | | | |
|---------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Operation/sted: Serviceafld. | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mrd. og 4 års eftersyn, Scroby Sands | Sign. date: 06-01-10 | Page of 8 14 |
| Work/place: Service dept. | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6 and 12 months and 4 years, Scroby Sands | Ref. no.: 960953, 960954 | |

| | 6 months | 1 year | 4 years |
|---|----------|--------|--------------|
| 25. Generator | | | |
| 25.1 Check for noise in the bearings. | D | D | |
| 25.2 Check lubrication of generator bearings. | D | D | |
| 25.3 Check of rotating contact | D | D | |
| 25.4 Check of brushes | D | D | |
| 25.5 Turning of brushes | | D | |
| 25.6 Replace brushes | D | D | |
| 25.7 Check of ground contact. | D | D | |
| 25.8 Check contact surfaces. | D | D | |
| 25.9 Check bolt-tension on current clamp. | D | D | |
| 25.10 Check suction filter. | D | D | |
| 26. Rotating Hyac-Heat Contact | | | |
| 26.1 Check of brush packet. | D | D | D |
| 26.2 Check of brush wear. | D | D | D |
| 27. VCS – Water Cooling | | | |
| 27.1 Check hoses, gaskets and seals of cooler. | D | D | |
| 27.2 Check pump and valves. Check the pump visually for leakage in the shaft gasket. If leakage has occurred change the shaft gasket according to Service Work Instruction 961193 (TP pump). | D | D | |
| 27.3 Check hoses to/from pump. | D | D | |
| 27.4 Check hoses to/from expansion tank. Check cooling liquid level in the expansion tank. | D | D | |
| 27.5 VCS change of cooling fluid. | D | D | (5 years) D |
| 28. Hydraulics | | | |

| | | | |
|------|--|-------------|---|
| 28.1 | Check oil level. | D | D |
| 28.2 | Change of oil. | (5 years) D | |
| 28.3 | Change pressure line filter on hydraulic unit. | D | |

| | | | |
|--------------------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| Operation/sted: Serviceafd. | Titel: V90-1,8 MW Offshore, 6 og 12 mrd. og 4 års eftersyn, Scroby Sands | Sign. date: 06-01-10 | Page of 9 14 |
| Work/place: Service dept. | Item: V90-1.8 MW Offshore, Check, 6 and 12 months and 4 years, Scroby Sands | Ref. no.: 960953, 960954 | |

| | 6 months | 1 year | 4 years |
|------|--|---------------------------------------|---------|
| 28.4 | Change of air filter on hydraulic power unit. | D | D |
| | Air filter particle filter replaced? | D | D |
| | Air filter silica-gel part replaced? | D | D |
| 28.5 | Check for leakage in nacelle. | D | D |
| 28.6 | Check for leakage in main shaft. | D | D |
| 28.7 | Pre-charge pressure in accumulator on hydraulic unit. 143+0/-5 bar at 20°C At all other temperatures, see WI 941918 Check for gas leakage Measured value: New value after adjustment, if any: | D ____ Bar ____ Bar | |
| 28.8 | Pressure in brake system. 50 Hz turbine: 40±1.5 bar. | D ____ Bar | |
| 28.9 | Pre-charge pressure in 1.4 l brake accumulators 50 Hz turbine: 28±1 bar. At all other temperatures, see WI 941918 Check for gas leakage Brake accumulator 2Z1 Measured value: New value after adjustment, if any: | D ____ Bar ____ Bar | |

14 BIBLIOGRAFIA.

1. http://www.centralamericadata.com/es/article/home/Blue_Power__Energy_firma_convenio_con_BICSA_y_CII
2. http://www.pronicaragua.org/index.php?option=com_content&view=article&id=358:amayo-nos-ubica-en-el-ranking-mundial-de-eolica&catid=10:ultimas-noticias&Itemid=143&lang=en
3. http://www.prensalibre.com/economia/Monitorean-areas-energia-eolica_0_553744622.html

[www.vestas.com/Files%2FFiler%2FES%2FBrochures%2FV90_3 ES.pdf](http://www.vestas.com/Files%2FFiler%2FES%2FBrochures%2FV90_3_ES.pdf)